

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

09.09.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2003年10月 9日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2003-351161  
[ST. 10/C]: [JP2003-351161]

REC'D 28 OCT 2004

WIPO

PCT

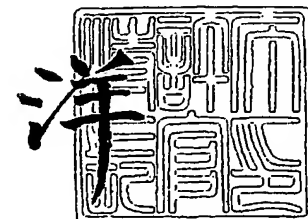
出 願 人  
Applicant(s): 日本電信電話株式会社

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年10月15日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 NTTH156203  
【提出日】 平成15年10月 9日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 H04L 12/28  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内  
    【氏名】 齋藤 一賢  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内  
    【氏名】 熊谷 智明  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内  
    【氏名】 大槻 信也  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内  
    【氏名】 永田 健悟  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内  
    【氏名】 相河 聡  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000004226  
    【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100072718  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 古谷 史旺  
    【電話番号】 3343-2901  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 013354  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 9701422

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

複数の無線チャネルの利用が可能な 3 以上の無線局の間で無線通信を行い、複数のデータパケットを前記無線局同士の間で伝送するとともに、自局宛のデータパケットを受信した無線局は所定の送達確認パケットを送信元に向けて返送する無線パケット通信方法において、

送信を行う無線局は、利用可能な複数種類の伝送速度の中で実際のデータパケットの送信に用いる伝送速度を通信相手の無線局毎に個別に管理し、自局の送信バッファ上に送信対象のデータパケットが複数存在し、かつ複数のデータパケットを同時に送信可能な状態では、各々のデータパケットのデータ量を表すパケットサイズと、各々のデータパケットの宛先に対応付けられた伝送速度とを参照し、前記パケットサイズ及び伝送速度により定まる伝送所要時間をデータパケット毎に確認し、前記伝送所要時間が互いにほぼ等しい複数のデータパケットをデータの宛先端末に関係なく選択し、選択した複数のデータパケットを複数の無線チャネルを利用して同時に送信開始し、

受信を行う無線局は、無線チャネル毎にそれぞれデータパケットの受信処理を行うとともに、同時に受信した複数のデータパケットの伝送速度を受信レートとしてパケット毎に検出し、受信した複数のデータパケットに自局宛のデータパケットが少なくとも 1 つ含まれている場合には、同時に受信した全てのデータパケットの前記受信レートを互いに比較し、全無線局がサポートしなければならない伝送速度を規定速度 (Mandatory Rate) とし、全てのデータパケット受信レートの中の最小値を超えない最大の規定速度 (Mandatory Rate) を最小受信レートとして検出し、自局宛のデータパケットに対する送達確認パケットを、前記規定速度 (Mandatory Rate) を用いて送信する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

**【請求項 2】**

複数の無線チャネルの利用が可能な 3 以上の無線局の間で無線通信を行い、複数のデータパケットを前記無線局同士の間で伝送するとともに、自局宛のデータパケットを受信した無線局は所定の送達確認パケットを送信元に向けて返送する無線パケット通信方法において、

送信を行う無線局は、利用可能な複数種類の伝送速度の中で実際のデータパケットの送信に用いる伝送速度を通信相手の無線局毎に個別に管理し、自局の送信バッファ上に送信対象のデータパケットが複数存在し、かつ複数のデータパケットを同時に送信可能な状態では、各々のデータパケットのデータ量を表すパケットサイズと、各々のデータパケットの宛先に対応付けられた伝送速度とを参照し、前記パケットサイズ及び伝送速度により定まる伝送所要時間をデータパケット毎に確認し、前記伝送所要時間が互いにほぼ等しい複数のデータパケットをデータの宛先端末に関係なく選択し、選択した複数のデータパケットを複数の無線チャネルを利用して同時に送信開始し、

受信を行う無線局は、無線チャネル毎にそれぞれデータパケットの受信処理を行うとともに、同時に受信した複数のデータパケットの伝送速度を受信レートとしてパケット毎に検出し、受信した複数のデータパケットに自局宛のデータパケットが少なくとも 1 つ含まれている場合には、同時に受信した全てのデータパケットの前記受信レートを互いに比較し、全ての受信レートが同一ではない場合、全ての受信レートの中の最小値を超えない最大の規定速度 (Mandatory Rate) を最小受信レートとして検出するとともに自局宛のデータパケットの受信レートを超えない最大の規定速度 (Mandatory Rate) を特定受信レートとして検出し、前記最小受信レートと特定受信レートとが等しくない場合には、前記最小受信レートから算出される送達確認パケットの伝送所要時間を表す第 1 のパケット長と、前記特定受信レートから算出される送達確認パケットの伝送所要時間を表す第 2 のパケット長との差分に相当するサイズのダミービットを付加した送達確認パケットを、自局宛のデータパケットに対して前記特定受信レートをを用いて送信する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

**【請求項 3】**

複数の無線チャネルの利用が可能な3以上の無線局の間で無線通信を行い、複数のデータパケットを前記無線局同士の間で伝送するとともに、自局宛のデータパケットを受信した無線局は所定の送達確認パケットを送信元に向けて返送する無線パケット通信方法において、

送信を行う無線局は、利用可能な複数種類の伝送速度の中で実際のデータパケットの送信に用いる伝送速度を通信相手の無線局毎に個別に管理し、自局の送信バッファ上に送信対象のデータパケットが複数存在し、かつ複数のデータパケットを同時に送信可能な状態では、各々のデータパケットのデータ量を表すパケットサイズと、各々のデータパケットの宛先に対応付けられた伝送速度とを参照し、前記パケットサイズ及び伝送速度により定まる伝送所要時間をデータパケット毎に確認し、前記伝送所要時間が互いにほぼ等しい複数のデータパケットをデータの宛先端末に関係なく選択し、選択した複数のデータパケットを複数の無線チャネルを利用して同時に送信開始し、

受信を行う無線局は、無線チャネル毎にそれぞれデータパケットの受信処理を行うとともに、同時に受信した複数のデータパケットの伝送速度を受信レートとしてパケット毎に検出し、受信した複数のデータパケットに自局宛のデータパケットが少なくとも1つ含まれている場合には、同時に受信した全てのデータパケットの前記受信レートを互いに比較し、全ての受信レートが同一ではない場合、全ての受信レートの中の最小値を超えない最大の規定速度 (Mandatory Rate) を最小受信レートとして検出するとともに自局宛のデータパケットの受信レートを超えない最大の規定速度 (Mandatory Rate) を特定受信レートとして検出し、前記最小受信レートと特定受信レートとが等しくない場合には、前記最小受信レートから算出される送達確認パケットの伝送所要時間を表す第1のパケット長に関する値を送信禁止期間の情報として含めた送達確認パケットを、自局宛のデータパケットに対して前記特定受信レートをを用いて送信する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

#### 【請求項4】

1つの無線チャネルに複数の信号を空間分割多重することが可能な3以上の無線局の間で無線通信を行い、複数のデータパケットを前記無線局同士の間で伝送するとともに、自局宛のデータパケットを受信した無線局は所定の送達確認パケットを送信元に向けて返送する無線パケット通信方法において、

送信を行う無線局は、利用可能な複数種類の伝送速度の中で実際のデータパケットの送信に用いる伝送速度を通信相手の無線局毎に個別に管理し、自局の送信バッファ上に送信対象のデータパケットが複数存在し、かつ複数のデータパケットを同時に送信可能な状態では、各々のデータパケットのデータ量を表すパケットサイズと、各々のデータパケットの宛先に対応付けられた伝送速度とを参照し、前記パケットサイズ及び伝送速度により定まる伝送所要時間をデータパケット毎に確認し、前記伝送所要時間が互いにほぼ等しい複数のデータパケットをデータの宛先端末に関係なく選択し、前記データパケットの伝送所要時間と、データパケットの宛先に対応付けられた伝送速度から算出される送達確認パケットの伝送所要時間から、データパケットの宛先の無線局が送達確認パケットを送信する時刻を決定し、各データパケットの宛先の無線局に対して送達確認パケットの送信を許可する時刻を表す送達確認パケット送信時刻の情報と、同時に送信した全データパケットに対する送達確認パケットの送信が全て完了するまでの時間をデータパケットの宛先の無線局以外の無線局による送信を禁止するための期間 (NAV) として同時に送信しようとする各データパケットに格納し、選択した複数のデータパケットを空間分割多重により同時に送信開始し、

受信を行う無線局は、無線チャネル毎にそれぞれデータパケットの受信処理を行うとともに、同時に受信した複数のデータパケットの伝送速度を受信レートとしてパケット毎に検出し、受信した複数のデータパケットに自局宛のデータパケットが少なくとも1つ含まれている場合には、同時に受信した全てのデータパケットの前記受信レートと、受信したデータパケット毎に保持されている前記送達確認パケット送信時刻を検出し、前記送達確認パケット送信時刻のタイミングで、自局宛データパケットの受信レートを超えない最大

の規定速度 (Mandatory Rate) で送達確認パケットを送信することを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 5】

請求項 1, 請求項 2, 請求項 3 及び請求項 4 の何れかの無線パケット通信方法において、送信を行う無線局は、パケットの送信に先立ってあらかじめ定められた複数の無線チャネルの空き状況をそれぞれ検出し、同時に複数の無線チャネルが空いていることを検出した場合に、空いている複数の無線チャネルを同時に利用することを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 6】

請求項 1, 請求項 2, 請求項 3 及び請求項 4 の何れかの無線パケット通信方法において、送信を行う無線局は、

各時点で各々のデータパケットの宛先に対応付けられている伝送速度を表す第 1 の伝送速度よりも低速の他の伝送速度が第 2 の伝送速度として選択可能な場合には、前記第 1 の伝送速度及び第 2 の伝送速度のそれぞれについて前記伝送所要時間を求め、

少なくとも前記第 2 の伝送速度から求めた伝送所要時間に基づいて送信対象のデータパケットを決定した場合には、前記データパケットの送信に用いる伝送速度を前記第 2 の伝送速度に切り替えてから前記データパケットを送信する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 7】

請求項 1, 請求項 2, 請求項 3 及び請求項 4 の何れかの無線パケット通信方法において、送信を行う無線局は、

送信バッファ上の 1 単位 of データを複数のデータに分割して前記伝送所要時間が等しい複数のデータパケットを生成する第 1 のモードと、前記伝送所要時間が異なる複数のデータパケットの少なくとも 1 つにダミー信号を付加して実質的な伝送所要時間が等しい複数のデータパケットを生成する第 2 のモードとが選択可能な場合に、

前記伝送所要時間が等しいデータパケットを選択した後で、未選択のデータが送信バッファ上に残っている場合には、前記第 1 のモードを用いた条件における伝送効率と前記第 2 のモードを用いた条件における伝送効率とを比較し、その結果に応じて前記未選択のデータを第 2 のデータとして選択し、前記第 2 のデータから生成したデータパケットを前記第 2 のモードで送信する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

**【書類名】明細書****【発明の名称】無線パケット通信方法****【技術分野】****【0001】**

本発明は、複数の無線局間で無線媒体を介してデータパケットを伝送する場合に用いられる無線パケット通信方法に関する。

**【背景技術】****【0002】**

本発明と関連のある従来技術としては、非特許文献1、非特許文献2及び非特許文献3が知られている。

例えば非特許文献1に示されたような標準規格に準拠する従来の無線パケット通信システムにおいては、使用する無線チャネルを事前に1つだけ決めておき、パケットの送信に先立って当該無線チャネルの空き状況を検出し、チャネルが使用されていなかった場合にのみ1つのパケットを送信する。また、このような制御により1つの無線チャネルを複数の無線局で互いに時間をずらして共用することができる。

**【0003】**

このような無線パケット通信システムに用いられる従来の無線局は、図17に示すように送信バッファ、パケット送信制御部、変調器、無線送信部、無線受信部、キャリア検出部、復調器、パケット選択部、アンテナ、ヘッダ付加部及びヘッダ除去部を備えている。

送信すべき1つ又は複数のデータフレームからなる送信データフレーム系列は、図17のヘッダ付加部に入力される。実際のデータフレームとしては、例えばイーサネット（登録商標）フレームが用いられる。

**【0004】**

ヘッダ付加部は、入力された送信データフレーム系列中の各々のデータフレームに対して、当該データフレームの宛先となる無線パケット通信装置のID情報を付加し、図17に示すようなデータパケットを生成する。このようなデータパケットで構成されるデータパケット系列が、ヘッダ付加部から出力され送信バッファに入力される。

送信バッファは入力された1つ又は複数のデータパケットをバッファリングし、一時的に保持する。

**【0005】**

一方、他の無線局が予め定めた1つの無線チャネル（以下、特定無線チャネル）で送信した無線信号は、自局のアンテナで受信され無線受信部に入力される。この無線受信部は、アンテナから入力された無線信号に対して、周波数変換、フィルタリング、直交検波、AD（アナログーデジタル）変換等の受信処理を施す。

なお、無線受信部は前記特定無線チャネルに対応する受信処理だけを行う。また、自局のアンテナが送信のために使用されている時を除き、他の無線パケット通信装置が送信したデータパケットの有無とは無関係に、アンテナで受信された無線信号は無線受信部に入力される。従って、無線受信部はデータパケットの有無に合わせて適切な受信処理を行うことができる。

**【0006】**

前記特定無線チャネルで他の無線パケット通信装置からデータパケットが送信された場合には、自局の無線受信部における受信処理の結果として、受信したデータパケットに対応する複素ベースバンド信号が受信信号として得られる。また、同時に前記特定無線チャネルにおける受信信号の受信電界強度を表すRSSI（Received Signal Strength Indicator）信号が得られる。

**【0007】**

なお、RSSI信号は、前記特定無線チャネルでデータパケットが送信されていたか否かとは無関係に無線受信部から出力される。また、前記特定無線チャネルでデータパケットが送信されていない場合には、前述の複素ベースバンド信号は出力されないが、当該無線チャネルにおけるRSSI信号が無線受信部から出力される。

無線受信部から出力される受信信号及びRSSI信号は、復調器及びキャリア検出部にそれぞれ入力される。

**【0008】**

キャリア検出部は、入力されたRSSI信号によってそれぞれ示される受信電界強度の値と予め定めた閾値とを比較し、受信電界強度の値が閾値よりも小さい場合には前記特定無線チャンネルが空きチャンネルであると判定し、それ以外の場合には前記特定無線チャンネルがビジーであると判定する。この判定結果がキャリア検出結果としてキャリア検出部から出力される。

**【0009】**

キャリア検出部から出力されるキャリア検出結果は、パケット送信制御部に入力される。

パケット送信制御部は、入力されたキャリア検出結果を参照し、前記特定無線チャンネルが空き状態か否かを認識する。そして、前記特定無線チャンネルが空き状態であった場合には、バッファ中の1つのデータパケットを出力することを要求する要求信号を送信バッファに与える。

**【0010】**

送信バッファは、パケット送信制御部からの前記要求信号を受信すると、送信バッファが保持しているデータパケットのうち、送信バッファに入力された時刻が最も早いデータパケットを取り出してパケット送信制御部に与える。

パケット送信制御部は、送信バッファから入力されたデータパケットを変調器に対して出力する。変調器は、入力されたデータパケットに所定の変調処理を施して無線送信部に出力する。

**【0011】**

無線送信部は、変調処理後のデータパケットを変調器から入力し、このデータパケットに対してDA（ディジタルーアナログ）変換、周波数変換、フィルタリング、電力増幅等の送信処理を施す。

なお、無線送信部は前述の特定無線チャンネルのみに対する送信処理を行う。無線送信部で送信処理されたデータパケットは、アンテナを介して送信される。

**【0012】**

一方、復調器は、無線受信部から入力された受信信号に対して復調処理を行う。この復調処理の結果として得られるデータパケットは、パケット選択部に与えられる。

パケット選択部は、復調器から入力されたデータパケットが自局に対して送信されたものか否かを識別する。すなわち、このデータパケットの先頭には図17に示すような宛先に関するID情報が付加されているので、このID情報が自局と一致するか否かを調べることにより、自局宛のデータパケットとそれ以外とを区別する。

**【0013】**

パケット選択部は、自局宛に送信されたデータパケットを受信した場合には当該パケットを受信データパケット系列としてヘッダ除去部に出力し、それ以外のパケットを受信した場合には当該パケットを破棄する。

ヘッダ除去部は、パケット選択部から入力された受信データパケット系列の各々のデータパケットに付加されている宛先のID情報を除去して元のデータフレームを抽出し、受信データフレーム系列として出力する。

**【0014】**

以上に説明したような構成の無線局は、他の無線局（無線パケット通信装置）との間で、予め定めた1つの無線チャンネルを介してデータパケットの送受信を行うことができる。

一方、非特許文献2においては、上述のような無線パケット通信技術において、周波数帯域を拡大することなく最大スループットを更に向上させるために、空間分割多重（SDM: Space Division Multiplexing）方式を適用することを提案している。

【特許文献1】小電力データ通信システム／広帯域移動アクセスシステム（CSMA）標準規格、ARIB STD-T71 1.0版、(社)電波産業会、平成12年策

定

【特許文献2】黒崎ほか、MIMOチャネルにより100Mbit/sを実現する広帯域移動通信用SDM-COFDM方式の提案、信学技報、A-P2001-96、RCS2001-135(2001-10)

【特許文献3】飯塚ほか、IEEE802.11a準拠 5GHz帯無線LANシステム—パケット伝送特性—、B-5-124、2000年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会、2000年9月

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

上述のような無線パケット通信技術において、最大スループットを向上させるための方法としては、変調多値数を増加すること、空間分割多重を適用すること、1チャネルあたりの周波数帯域幅の拡大により無線区間のデータ伝送速度を高速化することなどが考えられる。

しかし、例えば非特許文献3の中でも指摘されているように、パケット衝突回避のためにはパケットの送信直後に無線区間のデータ伝送速度に依存しない一定の送信禁止期間を設ける必要がある。この送信禁止期間を設けると、無線区間のデータ伝送速度が増大するにつれてデータパケットの転送効率（無線区間のデータ伝送速度に対する最大スループットの比）が低下することになるので、無線区間のデータ伝送速度を上げるだけではスループットの大幅な向上は困難であった。

【0016】

例えば、各々の無線局に複数の無線通信インタフェースを設ければ、独立した複数の無線回線を同時に形成することができる。そのような場合には、複数の無線チャネルを同時に使用して複数のデータパケットを並列に送信することも可能である。これにより、スループットの大幅な改善も可能になる。

しかしながら、同時に使用する複数の無線チャネルの中心周波数が互いに近接しているような場合には、一方の無線チャネルから他方の無線チャネルが使用している周波数領域へ漏れ出す漏洩電力の影響が大きくなる。

【0017】

また、空間分割多重を適用する場合には、同一の無線チャネルを用いて同時に複数の独立した信号を送信するので、無線局が1つの無線チャネルで1つ以上の信号を送信しているときには、同じ無線局が同じ無線チャネルで受信を行うことはできない。

一般に、データパケットの伝送を行う場合には、送信側の無線局がデータパケットの無線信号を送信した後で、受信側の無線局は受信したデータパケットに対する送達確認パケット(Ack)を送信側の無線局に対して返送する。この送達確認パケットを送信側の無線局が受信しようとする際に、漏洩電力の影響が現れる。

【0018】

例えば、図15において無線チャネル(1)と無線チャネル(2)の中心周波数が互いに近接している場合を想定すると、時刻 $t_3-t_4$ で無線チャネル(1)に送達確認パケット(Ack(1))が現れたときに、データパケット(2)を送信中である無線チャネル(2)からの漏洩電力の影響が無線チャネル(1)に現れるので、送信側の無線局は送達確認パケット(Ack(1))を受信できない可能性が高くなる。このような状況では、同時に複数の無線チャネルを利用したとしてもスループットを改善するのは困難である。

【0019】

一般に、無線LANシステムなどにおいてネットワーク(有線LAN)から入力されるデータフレームはデータ領域のサイズが一定ではない。従って、入力されるデータフレームのデータ領域を順次にデータパケットに変換して送信する場合には、各データパケットのデータサイズも変化する。

このため、図15に示すように複数のデータパケットを同時に送信開始した場合であっても、各々のデータパケットの送信所要時間に違いが生じ、各データパケットの送信終了



時刻に違いが生じる。従って、送達確認パケットの受信に失敗する可能性が高い。

#### 【0020】

例えば、バッファ上の各データを等間隔に分割して複数のデータブロックを生成し、各々のデータブロックからデータパケットを生成すれば、サイズの等しい複数のデータパケットが得られるので、これらを複数の無線チャネルで同時に送信すれば漏洩電力の影響を避けることができる。しかし、この場合には各々の入力データを複数に分割するため、各データパケットのサイズが通常よりも小さくなる。このため、実効スループットが低下する。

#### 【0021】

また、例えばバッファ上に所定数のデータパケットが揃ってから、それらの中でサイズが同じ複数のデータパケットを抽出して同時に送信するように制御すれば、漏洩電力の影響を避けることができる。しかし、この場合にはサイズが同じ複数のデータがバッファ上に揃うまで待機せざるを得ないので、効率よく送信を開始することができず、実効スループットの低下は避けられない。また、サイズの同じデータが長時間に渡って現れない場合には伝送遅延時間が長くなる。

#### 【0022】

また、複数の宛先との間で無線回線を介してデータパケットの伝送を行う場合には、宛先毎に異なる無線局との間で通信することになるので、宛先毎に伝送速度は異なる。そのため、サイズの同じデータであっても宛先が異なるデータパケットを同時に送信すると、同時に送信が終了しない可能性が高く、漏洩電力の影響によって送達確認パケットの受信に失敗することになる。

#### 【0023】

例えば、通信相手の各無線局が使用可能な伝送速度を事前に把握しておけば使用する伝送速度とデータパケットのデータサイズとで定まるパケット長（伝送所要時間）を把握することができるので、パケット長が同じ複数のデータパケットを同時に選択することができる。パケット長が同じ複数のデータパケットを同時に送信開始した場合、それらの送信が同時に終了するので、各々のデータパケットに対する送達確認パケットをほぼ同時に送信開始することができ、漏洩電力の影響を避けることができる。

#### 【0024】

しかしながら、例えば IEEE 802.11a で規定された従来の無線 LAN システムにおいては、送達確認パケットの送信に用いる伝送速度として、受信した自局宛のデータパケットの伝送速度を超えない最大の規定速度（Mandatory Rate：6, 12, 24 (Mbit/s) の何れか）が選択される。このため、宛先の違いとは無関係に選択した複数のデータパケットをパケット長を合わせて同時に送信する場合、データパケット毎に伝送速度が異なるので、図 16 に示すようにデータパケット（1）及びデータパケット（2）の送信が同時に終了し、これらに対する複数の送達確認パケット Ack（1）、Ack（2）を同時に送信開始した場合であっても、それぞれの送達確認パケットの伝送所要時間が異なるので、複数の送達確認パケットの送信が完了する時刻に違いが生じる。従って、図 16 に示す無線チャネル ch2 で ACK（送達確認パケット）を受信している最中に、他の無線チャネル ch1 で他の無線局からデータが送信される可能性があり、無線チャネル ch2 における ACK の受信に失敗する可能性がある。

#### 【0025】

従って、宛先の異なるデータパケットは、サイズが同じであっても同時に送信することができない。このため、宛先が同じでしかもサイズが同じ複数のデータが現れるまでの待ち時間は長くなる可能性が高い。

また、空間分割多重を用い、かつ 1 つの無線チャネルを用いて通信を行う場合、1 つの送信側無線局から空間分割多重により同時に送信された複数のデータパケットを受信側無線局で受信することは可能であるが、複数の送信側無線局から複数のデータパケットを同時に同じ無線チャネルで送信した場合には、送信された複数のデータパケットを分離できないため、それを受信側無線局で受信することができない。そのため、1 つの送信側無線

局（データパケットの送信元）が宛先の異なる複数のデータパケットをそれぞれの伝送所要時間が等しくなるように生成し、空間分割多重により異なる受信側無線局（データパケットの宛先）に向けて複数のデータパケットを同時に送信すれば、それぞれの受信側無線局は同時に送信された複数のデータパケットを分離して受信することができるが、複数の受信側無線局が受信したデータパケットに対する送達確認パケットを同時に送信することになるため、送信側無線局は同時に返送された複数の送達確認パケットを受信することができない。

#### 【0026】

本発明は、複数の無線チャネルを用いて複数のデータパケットを並列送信可能な場合に、無線チャネル間に漏洩電力の影響が現れる場合であっても、送達確認パケットの受信に失敗する確率を減らし、しかも実効スループットを改善することが可能な無線パケット通信方法を提供することを目的とする。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0027】

1 番目の発明（請求項 1）では、複数の無線チャネルの利用が可能な 3 以上の無線局の間で無線通信を行い、複数のデータパケットを前記無線局同士の間で伝送するとともに、自局宛のデータパケットを受信した無線局は所定の送達確認パケットを送信元に向けて返送する無線パケット通信方法において、送信を行う無線局は、利用可能な複数種類の伝送速度の中で実際のデータパケットの送信に用いる伝送速度を通信相手の無線局毎に個別に管理し、自局の送信バッファ上に送信対象のデータパケットが複数存在し、かつ複数のデータパケットを同時に送信可能な状態では、各々のデータパケットのデータ量を表すパケットサイズと、各々のデータパケットの宛先に対応付けられた伝送速度とを参照し、前記パケットサイズ及び伝送速度により定まる伝送所要時間をデータパケット毎に確認し、前記伝送所要時間が互いにほぼ等しい複数のデータパケットをデータの宛先端末に関係なく選択し、選択した複数のデータパケットを複数の無線チャネルを利用して同時に送信開始し、受信を行う無線局は、無線チャネル毎にそれぞれデータパケットの受信処理を行うとともに、同時に受信した複数のデータパケットの伝送速度を受信レートとしてパケット毎に検出し、受信した複数のデータパケットに自局宛のデータパケットが少なくとも 1 つ含まれている場合には、同時に受信した全てのデータパケットの前記受信レートを互いに比較し、全無線局がサポートしなければならない伝送速度を規定速度（Mandatory Rate）とし、全てのデータパケット受信レートの中の最小値を超えない最大の規定速度（Mandatory Rate）を最小受信レートとして検出し、自局宛のデータパケットに対する送達確認パケットを、前記規定速度（Mandatory Rate）を用いて送信することを特徴とする。

#### 【0028】

各無線局が通信に利用する無線回線の状況は通信相手の無線局毎に異なり伝送品質も独立しているのが一般的である。従って、複数の伝送速度を選択的に使用できる場合には、通信相手の無線局毎に異なる伝送速度が用いられる場合が多い。

また、無線局が複数のデータパケットを同時に送信開始して複数のデータパケットの並列送信を行おうとする場合であっても、送信対象のデータパケットとして宛先が同一の複数のデータパケットが送信バッファ上に常に存在しているとは限らない。もしも、送信バッファ上に宛先の同じ複数のデータパケットが揃うまで待機するような制御を実施すると、送信の効率が劣化し実効スループットが低下する。

#### 【0029】

例えば、送信対象の 1 つのデータブロックを複数に分割して複数のデータパケットを生成し、これらのデータパケットを同時に送信開始するように制御することは可能である。このようにすれば、複数のデータが送信バッファに入力されるまで待つことなく、直ちに送信を開始することができる。しかし、その場合には 1 パケット当たりのデータ量が小さくなるので送信の効率が劣化し実効スループットが低下する。

#### 【0030】

一方、宛先の異なる複数のデータパケットを同時に送信できる場合には、同時に送信す

べき複数のデータパケットが送信バッファ上に揃うまでの送信待ち時間は短くなる。しかし、宛先の無線局が異なる場合には使用する伝送速度が同一とは限らないので、同時に送信するデータパケットのデータサイズが同一であっても、それらの伝送所要時間すなわちパケット長が同一にならない可能性が高い。

#### 【0031】

無線局が複数のデータパケットを同時に送信開始して複数のデータパケットの並列送信を行おうとする場合には、複数のデータパケットの送信がほぼ同時に終了しない限り問題が生じる。すなわち、送信された各データパケットに対して受信側の無線局から送達確認パケット（Ackパケット）が返送されるが、送信側の無線局が1つの無線チャネルで送達確認パケットを受信しようとするときに、他の無線チャネルでデータパケットの送信を継続していると、無線チャネル間の電力の漏洩の影響により送達確認パケットの受信に失敗する可能性が高いので、実効スループットが低下する。

#### 【0032】

1番目の発明においては、送信を行う無線局は、伝送速度を通信相手の無線局毎に個別に管理し、パケットサイズ及び伝送速度により定まる伝送所要時間をデータパケット毎に確認し、伝送所要時間が互いにほぼ等しい複数のデータパケットを同時に送信開始するので、送達確認パケットの受信を開始する前に全てのデータパケットの送信を完了することができる。従って、無線チャネル間で電力の漏洩が発生する場合であっても、その影響を受けることなく送達確認パケットを受信することができる。

#### 【0033】

但し、宛先の異なる複数のデータパケットを同時に送信する場合には、それらに対して受信側の各無線局から返送される複数の送達確認パケットの送信に使用される伝送速度が送達確認パケット毎に独立しているので、同時に送信される複数の送達確認パケットの伝送所要時間（パケット長）に違いが生じる可能性があり、その結果、全ての送達確認パケットの送信が終了する前に他の無線局がデータパケットの送信を開始する可能性がある。

#### 【0034】

しかし、1番目の発明においては、受信を行う無線局は自局宛のデータパケットに対する送達確認パケットを最小受信レートと同じ伝送速度を用いて送信するので、同時に送信された複数のデータパケットに対する全ての送達確認パケットの伝送速度が前記最小受信レートに統一されることになり、全ての送達確認パケットの送信終了時刻が同一時刻になる。

#### 【0035】

これにより、宛先の異なる複数のデータパケットを同時に送信できるので、送信バッファ上に送信すべき複数のデータパケットが揃うまでの送信待ち時間を短縮できる。従って実効スループットが改善される。

2番目の発明（請求項2）では、複数の無線チャネルの利用が可能な3以上の無線局の間で無線通信を行い、複数のデータパケットを前記無線局同士の間で伝送するとともに、自局宛のデータパケットを受信した無線局は所定の送達確認パケットを送信元に向けて返送する無線パケット通信方法において、送信を行う無線局は、利用可能な複数種類の伝送速度の中で実際のデータパケットの送信に用いる伝送速度を通信相手の無線局毎に個別に管理し、自局の送信バッファ上に送信対象のデータパケットが複数存在し、かつ複数のデータパケットを同時に送信可能な状態では、各々のデータパケットのデータ量を表すパケットサイズと、各々のデータパケットの宛先に対応付けられた伝送速度とを参照し、前記パケットサイズ及び伝送速度により定まる伝送所要時間をデータパケット毎に確認し、前記伝送所要時間が互いにほぼ等しい複数のデータパケットをデータの宛先端末に関係なく選択し、選択した複数のデータパケットを複数の無線チャネルを利用して同時に送信開始し、受信を行う無線局は、無線チャネル毎にそれぞれデータパケットの受信処理を行うとともに、同時に受信した複数のデータパケットの伝送速度を受信レートとしてパケット毎に検出し、受信した複数のデータパケットに自局宛のデータパケットが少なくとも1つ含まれている場合には、同時に受信した全てのデータパケットの前記受信レートを互いに比

較し、全ての受信レートが同一ではない場合、全ての受信レートの中の最小値を超えない最大の規定速度 (Mandatory Rate) を最小受信レートとして検出するとともに自局宛のデータパケットの受信レートを超えない最大の規定速度 (Mandatory Rate) を特定受信レートとして検出し、前記最小受信レートと特定受信レートとが等しくない場合には、前記最小受信レートから算出される送達確認パケットの伝送所要時間を表す第1のパケット長と、前記特定受信レートから算出される送達確認パケットの伝送所要時間を表す第2のパケット長との差分に相当するサイズのダミービットを付加した送達確認パケットを、自局宛のデータパケットに対して前記特定受信レートをを用いて送信することを特徴とする。

#### 【0036】

1番目の発明と同様に、送信を行う無線局は、伝送速度を通信相手の無線局毎に個別に管理し、パケットサイズ及び伝送速度により定まる伝送所要時間をデータパケット毎に確認し、伝送所要時間が互いにほぼ等しい複数のデータパケットを同時に送信開始するので、送達確認パケットの受信を開始する前に全てのデータパケットの送信を完了することができる。従って、無線チャネル間で電力の漏洩が発生する場合であっても、その影響を受けることなく送達確認パケットを受信することができる。

#### 【0037】

但し、宛先の異なる複数のデータパケットを同時に送信する場合には、それらに対して受信側の各無線局から返送される複数の送達確認パケットの送信に使用される伝送速度が送達確認パケット毎に独立しているので、同時に送信される複数の送達確認パケットの伝送所要時間 (パケット長) に違いが生じる可能性があり、その結果、全ての送達確認パケットの送信が終了する前に他の無線局がデータパケットの送信を開始する可能性がある。

#### 【0038】

しかし、2番目の発明においては、受信を行う無線局は最小受信レートと特定受信レート (自局宛のデータパケットの受信レート) とが等しくない場合には、前記最小受信レートから算出される送達確認パケットの伝送所要時間を表す第1のパケット長と、前記特定受信レートから算出される送達確認パケットの伝送所要時間を表す第2のパケット長との差分に相当するサイズのダミービットを付加した送達確認パケットを、自局宛のデータパケットに対して前記特定受信レートをを用いて送信するので、同時に送信された複数のデータパケットに対する複数の送達確認パケットの伝送速度が揃っていない場合であっても、ダミービットを含む全ての送達確認パケットのパケット長が同じ長さに統一されることになり、全ての送達確認パケットの送信が同時に終了する。

#### 【0039】

これにより、宛先の異なる複数のデータパケットを同時に送信できるので、送信バッファ上に送信すべき複数のデータパケットが揃うまでの送信待ち時間を短縮できる。従って実効スループットが改善される。

3番目の発明 (請求項3) では、複数の無線チャネルの利用が可能な3以上の無線局の間で無線通信を行い、複数のデータパケットを前記無線局同士の間で伝送するとともに、自局宛のデータパケットを受信した無線局は所定の送達確認パケットを送信元に向けて返送する無線パケット通信方法において、送信を行う無線局は、利用可能な複数種類の伝送速度の中で実際のデータパケットの送信に用いる伝送速度を通信相手の無線局毎に個別に管理し、自局の送信バッファ上に送信対象のデータパケットが複数存在し、かつ複数のデータパケットを同時に送信可能な状態では、各々のデータパケットのデータ量を表すパケットサイズと、各々のデータパケットの宛先に対応付けられた伝送速度とを参照し、前記パケットサイズ及び伝送速度により定まる伝送所要時間をデータパケット毎に確認し、前記伝送所要時間が互いにほぼ等しい複数のデータパケットをデータの宛先端末に関係なく選択し、選択した複数のデータパケットを複数の無線チャネルを利用して同時に送信開始し、受信を行う無線局は、無線チャネル毎にそれぞれデータパケットの受信処理を行うとともに、同時に受信した複数のデータパケットの伝送速度を受信レートとしてパケット毎に検出し、受信した複数のデータパケットに自局宛のデータパケットが少なくとも1つ含まれている場合には、同時に受信した全てのデータパケットの前記受信レートを互いに比

較し、全ての受信レートが同一ではない場合、全ての受信レートの中の最小値を超えない最大の規定速度 (Mandatory Rate) を最小受信レートとして検出するとともに自局宛のデータパケットの受信レートを超えない最大の規定速度 (Mandatory Rate) を特定受信レートとして検出し、前記最小受信レートと特定受信レートとが等しくない場合には、前記最小受信レートから算出される送達確認パケットの伝送所要時間を表す第1のパケット長に関する値を送信禁止期間の情報として含めた送達確認パケットを、自局宛のデータパケットに対して前記特定受信レートをを用いて送信することを特徴とする。

#### 【0040】

1 番目の発明と同様に、送信を行う無線局は、伝送速度を通信相手の無線局毎に個別に管理し、パケットサイズ及び伝送速度により定まる伝送所要時間をデータパケット毎に確認し、伝送所要時間が互いにほぼ等しい複数のデータパケットを同時に送信開始するので、送達確認パケットの受信を開始する前に全てのデータパケットの送信を完了することができる。従って、無線チャネル間で電力の漏洩が発生する場合であっても、その影響を受けることなく送達確認パケットを受信することができる。

#### 【0041】

但し、宛先の異なる複数のデータパケットを同時に送信する場合には、それらに対して受信側の各無線局から返送される複数の送達確認パケットの送信に使用される伝送速度が送達確認パケット毎に独立しているので、同時に送信される複数の送達確認パケットの伝送所要時間 (パケット長) に違いが生じる可能性があり、その結果、全ての送達確認パケットの送信が終了する前に他の無線局がデータパケットの送信を開始する可能性がある。

#### 【0042】

しかし、3 番目の発明においては、受信を行う無線局は最小受信レートと特定受信レート (自局宛のデータパケットの受信レート) とが等しくない場合には、前記最小受信レートから算出される送達確認パケットの伝送所要時間を表す第1のパケット長に関する値を送信禁止期間 (NAV) の情報として含めた送達確認パケットを、自局宛のデータパケットに対して前記特定受信レートをを用いて送信するので、送信側の無線局は送達確認パケットの受信を完了した後も、受信した送達確認パケットに含まれている送信禁止期間が経過するまでの間は送信を禁止する。従って、全ての送達確認パケットの送信が終了する前に他の無線局がデータパケットの送信を開始するのを避けることができる。

#### 【0043】

これにより、宛先の異なる複数のデータパケットを同時に送信できるので、送信バッファ上に送信すべき複数のデータパケットが揃うまでの送信待ち時間を短縮できる。従って実効スループットが改善される。

4 番目の発明 (請求項4) では、1つの無線チャネルに複数の信号を空間分割多重することが可能な3以上の無線局の間で無線通信を行い、複数のデータパケットを前記無線局同士の間で伝送するとともに、自局宛のデータパケットを受信した無線局は所定の送達確認パケットを送信元に向けて返送する無線パケット通信方法において、送信を行う無線局は、利用可能な複数種類の伝送速度の中で実際のデータパケットの送信に用いる伝送速度を通信相手の無線局毎に個別に管理し、自局の送信バッファ上に送信対象のデータパケットが複数存在し、かつ複数のデータパケットを同時に送信可能な状態では、各々のデータパケットのデータ量を表すパケットサイズと、各々のデータパケットの宛先に対応付けられた伝送速度とを参照し、前記パケットサイズ及び伝送速度により定まる伝送所要時間をデータパケット毎に確認し、前記伝送所要時間が互いにほぼ等しい複数のデータパケットをデータの宛先端末に関係なく選択し、前記データパケットの伝送所要時間と、データパケットの宛先に対応付けられた伝送速度から算出される送達確認パケットの伝送所要時間から、データパケットの宛先の無線局が送達確認パケットを送信する時刻を決定し、各データパケットの宛先の無線局に対して送達確認パケットの送信を許可する時刻を表す送達確認パケット送信時刻の情報と、同時に送信した全データパケットに対する送達確認パケットの送信が全て完了するまでの時間をデータパケットの宛先の無線局以外の無線局による送信を禁止するための期間 (NAV) として同時に送信しようとする各データパケット



に格納し、選択した複数のデータパケットを空間分割多重により同時に送信開始し、受信を行う無線局は、無線チャネル毎にそれぞれデータパケットの受信処理を行うとともに、同時に受信した複数のデータパケットの伝送速度を受信レートとしてパケット毎に検出し、受信した複数のデータパケットに自局宛のデータパケットが少なくとも1つ含まれている場合には、同時に受信した全てのデータパケットの前記受信レートと、受信したデータパケット毎に保持されている前記送達確認パケット送信時刻を検出し、前記送達確認パケット送信時刻のタイミングで、自局宛データパケットの受信レートを超えない最大の規定速度 (Mandatory Rate) で送達確認パケットを送信することを特徴とする。

#### 【0044】

1 番目の発明と同様に、送信を行う無線局は、伝送速度を通信相手の無線局毎に個別に管理し、パケットサイズ及び伝送速度により定まる伝送所要時間をデータパケット毎に確認し、伝送所要時間が互いにほぼ等しい複数のデータパケットを同時に送信開始するので、送達確認パケットの受信を開始する前に全てのデータパケットの送信を完了することができる。従って、無線チャネル間で電力の漏洩が発生する場合であっても、その影響を受けることなく送達確認パケットを受信することができる。

#### 【0045】

但し、宛先の異なる複数のデータパケットを同時に送信する場合には、それらに対して受信側の各無線局から返送される複数の送達確認パケットの送信に使用される伝送速度が送達確認パケット毎に独立しているため、同時に送信される複数の送達確認パケットの伝送所要時間 (パケット長) に違いが生じる可能性があり、その結果、全ての送達確認パケットの送信が終了する前に他の無線局がデータパケットの送信を開始する可能性がある。

#### 【0046】

また、空間分割多重を用い、かつ1つの無線チャネルを用いて通信を行う場合、1つの送信側無線局から同時に送信された複数のデータパケットを受信側無線局で受信することは可能であるが、複数の送信側無線局から同じタイミングで送信された複数のパケットを受信側無線局で受信することはできない。このため、空間分割多重を用い1つの送信側無線局が宛先の異なる無線局に対して複数のデータパケットを同時に送信する場合、通常の方法では各データパケットの宛先の複数の受信側無線局から同時に返送される送達確認パケットを送信側無線局は受信することができない。

#### 【0047】

しかし、4 番目の発明においては、送信側無線局が送信する各データパケットの中に、送達確認パケットの送信時刻を指示する情報が含まれているので、各データパケットの宛先の複数の受信側無線局がそれぞれ送達確認パケットを送出する時刻を個別に制御することができる。つまり、複数の受信側無線局が互いに時間をずらして送達確認パケットを送出することが可能になるので、データパケットを送信した送信側無線局は、複数の受信側無線局から返送される送達確認パケットを順次受信することができる。

#### 【0048】

これにより、宛先の異なる複数のデータパケットを同時に送信できるので、送信バッファ上に送信すべき複数のデータパケットが揃うまでの送信待ち時間を短縮できる。従って実効スループットが改善される。

5 番目の発明 (請求項5) では、1 番目～4 番目の何れかの発明の無線パケット通信方法において、送信を行う無線局は、パケットの送信に先立ってあらかじめ定められた複数の無線チャネルの空き状況をそれぞれ検出し、同時に複数の無線チャネルが空いていることを検出した場合に、空いている複数の無線チャネルを同時に利用することを特徴とする。

#### 【0049】

複数の無線チャネルを常時使用する場合には、無線チャネルの空きができにくい状況において複数の無線チャネルが同時に空き状態になるまでの待ち時間が長くなるので、実効スループットが低下する可能性が高い。4 番目の発明では、トラヒックが多く無線チャネルの空きができにくいような状況では単一の無線チャネルを使って送信することができる。

ので、実効スループットの低下を抑制できる。

【0050】

6番目の発明（請求項6）では、1番目～4番目の何れかの発明の無線パケット通信方法において、送信を行う無線局は、各時点で各々のデータパケットの宛先に対応付けられている伝送速度を表す第1の伝送速度よりも低速の他の伝送速度が第2の伝送速度として選択可能な場合には、前記第1の伝送速度及び第2の伝送速度のそれぞれについて前記伝送所要時間を求め、少なくとも前記第2の伝送速度から求めた伝送所要時間に基づいて送信対象のデータパケットを決定した場合には、前記データパケットの送信に用いる伝送速度を前記第2の伝送速度に切り替えてから前記データパケットを送信することを特徴とする。

【0051】

送信側の無線局の送信バッファ上に複数のデータパケットが存在する場合であっても、それらの伝送所要時間がほぼ同一になる確率は低いので、データパケットの送信を開始するまでの待ち時間が長くなる場合もある。

ところで、一般的には伝送速度が低くなるのに伴って伝送品質が改善される傾向がある。従って、特定の伝送速度を選択して無線通信を行っている場合に、前記特定の伝送速度よりも低速の他の伝送速度に切り替えて通信を行っても、切り替え前と比べて同等以上の伝送品質で無線通信を行うことが可能である。

【0052】

つまり、それまでの通信における伝送品質を考慮して実際に使用する伝送速度を決定するような場合には、現在使用している伝送速度は使用可能な最大の伝送速度である場合が多く、それよりも低速の他の伝送速度に切り替えても問題は生じない。

6番目の発明においては、各々のデータパケットの宛先に対応付けられている第1の伝送速度（現在選択している伝送速度）だけでなく、それ以下の第2の伝送速度についても伝送所要時間を求めるので、送信バッファ上に存在する複数のデータパケットの伝送所要時間がほぼ同一になる確率が高まる。従って、データパケットの送信を開始するまでの待ち時間を短縮でき、実効スループットを改善できる。

【0053】

7番目の発明（請求項7）では、1番目～4番目の何れかの発明の無線パケット通信方法において、送信を行う無線局は、送信バッファ上の1単位のデータを複数に分割して前記伝送所要時間が等しい複数のデータパケットを生成する第1のモードと、前記伝送所要時間が異なる複数のデータパケットの少なくとも1つにダミー信号を付加して実質的な伝送所要時間が等しい複数のデータパケットを生成する第2のモードとが選択可能な場合に、前記伝送所要時間が等しいデータパケットを選択した後で、未選択のデータが送信バッファ上に残っている場合には、前記第1のモードを用いた条件における伝送効率と前記第2のモードを用いた条件における伝送効率とを比較し、その結果に応じて前記未選択のデータを第2のデータとして選択し、前記第2のデータから生成したデータパケットを前記第2のモードで送信することを特徴とする。

【0054】

伝送所要時間の揃っていない複数のデータが存在する場合には、各々のデータを2つ以上に等分割して伝送所要時間が等しい複数のデータパケットを生成しこれらを同時に送信すること（第1のモード）が可能であり、伝送所要時間の短いデータにダミー信号を付加して伝送所要時間を他のデータと揃えてからこれらのデータを同時に送信すること（第2のモード）も可能である。また、第1のモードを適用した場合の伝送効率及び第2のモードを適用した場合の伝送効率はそのときの状況（データサイズの組み合わせなど）に応じて変化する。6番目の発明においては、伝送効率を考慮して第1のモードと第2のモードとを適応的に選択できるので、伝送効率を改善し、実効スループットを改善できる。

【発明の効果】

【0055】

上記のように本発明によれば、送信側の無線局が宛先の異なる複数のデータパケットを

同時に送信できるので、送信バッファ上に送信すべき複数のデータパケットが揃うまでの送信待ち時間を短縮でき、実効スループットが改善される。また、無線チャネル毎に異なる伝送速度を使用する場合であっても、受信側の無線局から返信される全ての送達確認パケットの送信が終了するまでの間は次のデータパケットが送信されないので、全ての送達確認パケットを受信することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0056】

(第1の実施の形態)

本発明の無線パケット通信方法の1つの実施の形態について図1～図8、図13、図14及び図18～図23を参照して説明する。なお、この形態は請求項1、請求項2、請求項3、請求項4、請求項5、請求項6及び請求項7に相当する。

図1は送信処理を示すフローチャートである。図2は送信パケット選択処理の内容を示すフローチャートである。図3は受信処理(1-1)を示すフローチャートである。図4は受信処理(1-2)を示すフローチャートである。図5はこの形態の無線局の構成を示すブロック図である。図6は空間分割多重を行う通信装置の構成例を示すブロック図である。図7はパケットの構成を示す模式図である。図8は各無線局の動作例を示すタイムチャートである。図13は送信パケット選択処理(2)の内容を示すフローチャートである。図14は各モードの動作例を示すタイムチャートである。

#### 【0057】

この形態では、図5に示すように構成された無線局を3つ以上用いてこれらの無線局の間で無線回線を介してデータパケットを伝送する場合を想定している。実際には、例えばIEEE802.11規格に準拠する無線LANシステムを構成する無線基地局や無線端末をこれらの無線局として想定することができる。

このような複数の無線局の間の無線回線上では、図7に示すようなデータパケット及びAckパケットが伝送される。データパケットは送信側の無線局から送出され、Ackパケットは受信したデータパケットに対する送達確認パケットとして受信側の無線局から送出される。

#### 【0058】

図7に示すように、データパケットにはデータフレームの他に、パケット種別情報、宛先無線局の識別情報(ID)、送信元無線局の識別情報及びシーケンス番号、データパケット送信に引き続いて送信される送達確認パケットの送信許可時刻を含む制御情報が含まれている。また、Ackパケットにはパケット種別情報と直前に受信したデータパケットの送信元無線局の識別情報を含む制御情報が含まれている。

#### 【0059】

図5に示す無線局は、複数の送受信処理部10(1)、10(2)、・・・と、ヘッダ付加部21、送信バッファ22、送信チャネル選択制御部23、パケット振り分け送信制御部24、パケット順序管理部25、ヘッダ除去部26、データパケット管理部27及び宛先端末別伝送速度管理部32とを備えている。

各送受信処理部10(1)、10(2)、・・・は、互いに異なる無線チャネルで無線通信を行う。これらの無線チャネルは、互いに無線周波数などが異なっているので、送受信処理部10(1)、10(2)、・・・が使用する無線回線は互いに独立している。

#### 【0060】

各々の送受信処理部10は、変調器11、無線送信部12、アンテナ13、無線受信部14、復調器15、パケット選択部16、キャリア検出部17、送信状態保持部18、Ackパケット生成部19及び伝送速度選択部31を備えている。

なお、図5には2つの送受信処理部10だけを示してあるが、1つの無線局に設ける送受信処理部10の数については必要に応じて増やしてもよい。また、図5においては図面の内容が複雑になるのを避けるため記載を省略してあるが、実際にはこの無線局には空間分割多重通信を実現するための構成要素(図6に示すような機能要素)が含まれている。空間分割多重については後で説明する。



**【0061】**

図5に示すヘッダ付加部21の入力には、送信すべき送信データフレーム系列が入力される。この送信データフレーム系列は、1つあるいは複数のデータフレームで構成される。実際に扱うデータフレームとしては、例えばイーサネット（登録商標）フレームなどが想定される。

ヘッダ付加部21は、図7に示すようなデータパケットを生成する。すなわち、ヘッダ付加部21に入力された送信データフレーム系列中の各々のデータフレームに対して、パケット種別情報、宛先無線局の識別情報、送信元無線局の識別情報及びシーケンス番号を含む制御情報を付加する。

**【0062】**

パケット種別情報は、このデータパケットがデータフレームを送受信するために使用されるデータパケットであることを表す情報である。宛先無線局の識別情報は、当該データフレームの宛先となる無線局を特定するために利用される。送信元無線局の識別情報は、当該データフレームの送信元の無線局を特定するために利用される。シーケンス番号は、当該無線局が送信するデータフレームの順番を表す番号である。送達確認パケット送信時刻は、このデータパケットに対する送達確認パケットを送信する時刻を指定するために利用される。

**【0063】**

ヘッダ付加部21が生成したデータパケットは、データパケット系列として送信バッファ22に入力される。

送信バッファ22は、入力された1つあるいは複数のデータパケットをバッファリングして一時的に保持する。また、送信バッファ22は現在保持している各々のデータパケットが、送信バッファ22上のどのアドレスに保持されているかを表すアドレス情報と、当該データパケットのパケットサイズ及び宛先無線局のIDとを互いに対応付けて管理しており、これらの情報をデータパケット格納情報として逐次出力する。このデータパケット格納情報はデータパケット管理部27に入力される。

**【0064】**

データパケット管理部27は、送信バッファ22から逐次入力される前記データパケット格納情報を参照し、送信バッファ22に保持されている各データパケットのアドレス情報、パケットサイズ及び宛先無線局のIDを互いに対応付けて管理する。

また、データパケット管理部27はアドレス情報に基づき、送信バッファ22に保持されている各データパケットの中で最も早い時刻に入力されたものを先頭データパケットとして認識し、この先頭データパケットと同時に送信可能な他のデータパケットとを同時に送信対象として選択する。

**【0065】**

「先頭データパケットと同時に送信可能な他のデータパケット」とは、伝送速度及びパケットサイズから求められる伝送所要時間（パケット長と呼ぶ）が先頭データパケットとほぼ同じであり、同時に送信しても無線チャネル間の漏れ電力の影響を受けることなく通信可能なデータパケットを意味する。

但し、宛先の異なるデータパケットはそれぞれ通信経路が異なるので、宛先毎に通信に使用する伝送速度も異なる。そこで、この形態では宛先端末別伝送速度管理部32が宛先端末毎に伝送速度の情報を管理している。実際には、過去のデータ送信時に使用した伝送速度の情報をチャネル（CH1, CH2）毎に宛先端末別に区別して宛先端末別伝送速度管理部32が保持している。

**【0066】**

データパケット管理部27は、パケット振り分け送信制御部24から入力される要求の内容を参照し、同時送信可能なパケットの数を認識する。

次に、データパケット管理部27は宛先端末別伝送速度管理部32に保持されている伝送速度の情報及び送信バッファ22に保持されている各データパケットに関する管理情報を参照し、各データパケットのパケットサイズ及び伝送速度から伝送所要時間が先頭デー

タパケットとほぼ同じ他のデータパケットを選択する。

【0067】

また、宛先端末別伝送速度管理部 32 に保持されている伝送速度は必要な伝送品質を満たす最大の伝送速度であり、実際にはそれよりも低速の他の伝送速度を使用することも可能である。そこで、データパケット管理部 27 は宛先端末別伝送速度管理部 32 に保持されている伝送速度以下の他の選択可能な伝送速度のそれぞれについても、各データパケットの伝送所要時間を求め、伝送所要時間が先頭データパケットとほぼ同じ全てのデータパケットを選択する。

【0068】

そして、データパケット管理部 27 は選択したデータパケットの中から、パケット振り分け送信制御部 24 から要求されたパケット数と同数の 1 つ又は複数のデータパケットの各アドレス情報を送信バッファ 22 へ出力する。すなわち、データパケット管理部 27 は先頭データパケットのアドレスと、前述の条件を満たす選択されたデータパケットのアドレスとを送信バッファ 22 に対して与える。同時に、データパケット管理部 27 は各データパケットの伝送速度を表す情報をパケット振り分け送信制御部 24 に与える。また、データパケット管理部 27 は選択したデータパケットの数を送信チャネル選択制御部 23 に出力する。

【0069】

パケット振り分け送信制御部 24 は、各無線チャネルに対して各データパケットを対応付ける際に、データパケット管理部 27 から入力された伝送速度の情報を該当する無線チャネルの伝送速度選択部 31 に与える。

送信チャネル選択制御部 23 の各入力端子には、各送受信処理部 10 内のキャリア検出部 17 がそれぞれ検出した各無線チャネルのキャリア検出結果と、データパケット管理部 27 が出力するデータパケット数（先頭データパケットと伝送所要時間がほぼ同じデータパケットの数）と、各送受信処理部 10 内の送信状態保持部 18 が出力する各無線チャネルにおける送信状況の情報とが入力される。

【0070】

送信チャネル選択制御部 23 は、これらの入力情報に基づいて同時に送信するデータパケットの数を決定するとともに、これらのデータパケットの送信に用いる無線チャネルを選択し、これらの結果をパケット振り分け送信制御部 24 に対して出力する。

なお、ここではキャリア未検出でありかつ送信処理中でない無線チャネルを空き無線チャネルと呼ぶことにする。また、キャリア未検出かどうかを判定するためにキャリアを監視する時間の長さについては所定の計算式から算出される一定時間 T とする。

【0071】

この形態では、送信チャネル選択制御部 23 は空き無線チャネルの数がデータパケット管理部 27 から通知されたデータパケット数以上であった場合には、このデータパケット数を同時に送信するデータパケットの数として決定するとともに、このデータパケットの数と同数の無線チャネルを前記空き無線チャネルの中から選択し、その結果をパケット振り分け送信制御部 24 に通知する。

【0072】

また、空き無線チャネルの数がデータパケット管理部 27 から通知されたデータパケット数よりも少なかった場合には、空き無線チャネルの数を同時に送信するデータパケットの数として決定するとともに前記全ての空き無線チャネルを選択し、その結果をパケット振り分け送信制御部 24 に通知する。

パケット振り分け送信制御部 24 は、送信チャネル選択制御部 23 から通知された無線チャネルの選択結果から得られる送信データパケット数に従って、これと同数のデータパケットを送信バッファ 22 から読み出すための要求をデータパケット管理部 27 に出力する。

【0073】

データパケット管理部 27 は、パケット振り分け送信制御部 24 から入力された要求の

内容に従い、前述のように要求されたデータパケットの数と同数の1つ又は複数のデータパケットの各アドレス情報を送信バッファ22に対して出力する。

送信バッファ22は、それが保持しているデータパケットの中で、データパケット管理部27から入力された各アドレス情報で特定されるアドレスに存在する各データパケットを全て読み出してパケット振り分け送信制御部24に出力するとともに、該当する各データパケットを送信バッファ22上から削除する。

#### 【0074】

パケット振り分け送信制御部24は、送信バッファ22から入力された各々のデータパケットに対し、送信チャネル選択制御部23から通知された無線チャネルの中で互いに異なる無線チャネルを1つずつ対応付ける。

そして、複数のデータパケットがパケット振り分け送信制御部24に入力された場合には、これらを同一のタイミングで選択された複数の無線チャネルを用いて並列送信するために、複数の送受信処理部10（選択された無線チャネルに該当するもののみ）の各変調器11に対してそれぞれ該当するデータパケットを同時に出力する。また、パケット振り分け送信制御部24は選択された複数の無線チャネルを用いてデータパケットの送信処理を開始したことを示す信号を、選択された無線チャネルに該当する送受信処理部10内の送信状態保持部18に対して出力する。

#### 【0075】

また、パケット振り分け送信制御部24に入力されたデータパケットが1つのみである場合には、選択した1つの無線チャネルに対応する1つの送受信処理部10の変調器11に対してデータパケットを送信し、選択された1つの無線チャネルを用いてデータパケットの送信処理を開始したことを示す信号を同じ送受信処理部10内の送信状態保持部18に対して出力する。

#### 【0076】

各送受信処理部10内の変調器11は、パケット振り分け送信制御部24からデータパケットが入力されると、そのデータパケットに対して所定の変調処理を施して無線送信部12に出力する。また、伝送速度選択部31の選択した伝送速度に応じた信号が変調器11に入力される。

伝送速度選択部31は、使用可能な複数の伝送速度の中から実際に使用する伝送速度を決定するが、選択の条件は送信状態保持部18の出力する信号の状態及びパケット振り分け送信制御部24から入力される伝送速度によって決定される。

#### 【0077】

例えば、伝送所要時間が同じ複数のデータパケットをデータパケット管理部27が選択する際に、宛先端末別伝送速度管理部32に保持されている最大の伝送速度よりも低速の伝送速度で条件を満たしたデータパケットを送信する場合には、条件を満たす伝送速度の情報がデータパケット管理部27から出力され、パケット振り分け送信制御部24を介して伝送速度選択部31に入力されるので、前回送信時と同じ無線チャネルで同じ宛先にデータパケットを送信する場合であっても、伝送速度選択部31は使用する伝送速度を新たに指定された伝送速度に切り替える。

#### 【0078】

各無線送信部12は、変調器11から入力された変調処理後のデータパケットに対して、DA変換、周波数変換、フィルタリング及び電力増幅を含む送信処理を施す。各無線送信部12は、それぞれ予め割り当てられた1つの無線チャネルに対応した送信処理を行う。無線送信部12によって送信処理が施されたデータパケットは、アンテナ13を介して無線信号として送信される。

#### 【0079】

パケット振り分け送信制御部24に複数のデータパケットが同時に入力された場合には、これらのデータパケットは複数の無線チャネルにそれぞれ対応付けられた複数の送受信処理部10で同時に処理され、複数の無線チャネルで無線信号として同時に送信開始される。また、空間分割多重を利用する場合には、1つの無線チャネルで複数のデータパケッ

トを同時に並列送信することができる。

#### 【0080】

2つのデータパケットが同時にパケット振り分け送信制御部24に入力された場合には、例えば図12に示す時刻t1で無線チャンネル(1)と無線チャンネル(2)とを用いて、データパケット(1)とデータパケット(2)とが同時に送信開始される。

また、同時に送信されるデータパケット(1)とデータパケット(2)とは伝送所要時間がほぼ同じになるようにデータパケット管理部27によって選択されたものであるので、無線チャンネル(1)、無線チャンネル(2)ともにデータパケットの送信が終了する時刻(t2)は同時になる。

#### 【0081】

なお、無線チャンネル(1)と無線チャンネル(2)とで伝送速度が異なる場合には、データパケット(1)及びデータパケット(2)に対する到達確認信号であるAck(1)、Ack(2)の伝送所要時間(パケット長)に図16に示すような違いが生じるので、この問題を解決するために特別な工夫が必要になる。これについては後で説明する。

一方、他の無線局が送信した無線信号が各送受信処理部10(1)、10(2)、...の何れかに割り当てられた無線チャンネルで送信された場合には、無線信号の電波は該当する送受信処理部10のアンテナ13で受信され、無線受信部14に入力される。

#### 【0082】

予め割り当てられた無線チャンネルの無線信号がアンテナ13から入力されると、無線受信部14は、入力された無線信号に対して、周波数変換、フィルタリング、直交検波及びAD変換を含む受信処理を施す。

なお、各送受信処理部10(1)、10(2)、...の無線受信部14は、それぞれ予め割り当てられた無線チャンネルに対応する受信処理を行う。また、各送受信処理部10(1)、10(2)、...の無線受信部14には、それぞれに接続されたアンテナ13が送信のために使用されていない時には、他の無線局が送信したデータパケットの有無とは無関係に常にアンテナ13を介して割り当てられた無線チャンネルを含む無線伝搬路上の無線信号が入力されており、無線受信部14はデータパケットの有無に合わせて適切な受信処理を行う。

#### 【0083】

割り当てられた無線チャンネルでデータパケットが送信されていた場合には、受信した無線信号に対応するベースバンド信号が無線受信部14から出力される。また、割り当てられた無線チャンネルにおける受信信号の受信電界強度を表すRSSI信号が無線受信部14から出力される。

なお、RSSI信号は該当する無線チャンネルでデータパケットが送信されていたか否かとは無関係に、接続されたアンテナ13が送信状態でなければ無線受信部14から常に出力される。

#### 【0084】

無線受信部14から出力される受信信号及びRSSI信号は、復調器15及びキャリア検出部17にそれぞれ入力される。

キャリア検出部17は、RSSI信号が入力されると、その信号によって表される受信電界強度の値と予め定めた閾値とを比較する。そして、所定の計算方法で算出される時間(T)の間に渡って連続的に受信電界強度が前記閾値よりも小さい状態が継続すると、割り当てられた無線チャンネルが空き無線チャンネルであると判定し、それ以外の場合には割り当てられた無線チャンネルがビジーであると判定する。この判定結果を各キャリア検出部17はキャリア検出結果CS(1)、CS(2)、...として出力する。

#### 【0085】

なお、時間Tはその都度変化させても良いが、本例においては簡単のため一定値である場合を想定する。

なお、各送受信処理部10において、アンテナ13が送信状態である場合にはキャリア検出部17にはRSSI信号が入力されない。また、アンテナ13が既に送信状態にある

場合には、同じアンテナ 1 3 を用いて他のデータパケットを無線信号として同時に送信することはできない。

**【0086】**

従って、各キャリア検出部 1 7 は R S S I 信号が入力されなかった場合には、割り当てられた無線チャネルがビジーであることを示すキャリア検出結果を出力する。各無線チャネルのキャリア検出部 1 7 から出力されるキャリア検出結果 C S (1), C S (2), . . . は送信チャネル選択制御部 2 3 に入力される。

また、各送受信処理部 1 0 の送信状態保持部 1 8 は、割り当てられた無線チャネルを用いて自局が送信処理を行っている状況であるか否かを表す情報を保持し、その情報を送信チャネル選択制御部 2 3 に対して出力する。

**【0087】**

パケット選択部 1 6 は、復調器 1 5 から入力されたパケットについて最初にその種別を識別する。すなわち、各パケットのヘッダには図 7 に示すようにパケット種別情報が含まれているので、この情報を参照して入力されたパケットがデータパケットか A c k パケット（送達確認パケット）かを識別する。

A c k パケットを受信した場合には、そのパケットに含まれている送信元無線局の I D を参照し、それが自局の I D と一致するか否かを確認する。A c k パケットの送信元無線局の I D が自局の I D と一致した場合には、該当するパケットを送信した際に使用した無線チャネルに対応付けられた送受信処理部 1 0 の送信状態保持部 1 8 に対して、A c k パケットを受信したことを示す信号を出力し、一致しない場合には受信したパケットを破棄する。

**【0088】**

送信状態保持部 1 8 は、パケット選択部 1 6 から A c k パケットを受信したことを示す信号が入力された場合には、対応する無線チャネルを使用して直前に送信したデータパケットの送信処理が完了したことを認識して各々の無線チャネルに対応する送信状況を更新して保持し、保持している無線チャネルの送信状況を送信チャネル選択制御部 2 3 に対して出力する。

**【0089】**

一方、パケット選択部 1 6 に入力されたパケットがデータパケットであった場合には、入力されたデータパケットが自局に対して送信されたものか否かを識別する。すなわち、各データパケットには図 7 に示すようにヘッダとして宛先無線局の I D が含まれているので、その I D が自局と一致するか否かを調べることにより、各データパケットが自局宛か否かを識別できる。

**【0090】**

パケット選択部 1 6 に入力されたデータパケットが自局に対して送信されたものであった場合には、パケット選択部 1 6 は当該パケットを A c k パケット生成部 1 9 及びパケット順序管理部 2 5 に出力する。また、自局宛でないパケットを検出した場合には、パケット選択部 1 6 は当該パケットを破棄する。

A c k パケット生成部 1 9 は、パケット選択部 1 6 からデータパケットが入力されると、そのヘッダから送信元無線局の I D を抽出し、それを含む図 7 に示すような A c k パケットを生成する。

**【0091】**

A c k パケット生成部 1 9 が生成した A c k パケットは、変調器 1 1 で変調され、データパケットを送信する場合と同様に、無線送信部 1 2 で処理されアンテナ 1 3 から無線信号として送出される。

パケット順序管理部 2 5 は、入力された各データパケットに付加されているシーケンス番号（図 7 参照）を調べ、受信した複数のデータパケットの並びを適切な順番、すなわちシーケンス番号順に並べ替える。その結果を受信データパケット系列としてヘッダ除去部 2 6 に出力する。

**【0092】**

ヘッダ除去部 26 は、入力された受信データパケット系列に含まれている各々のデータパケットからヘッダ部分、すなわちパケット種別情報、宛先無線局の ID、送信元無線局の ID 及びシーケンス番号を含む制御情報を除去して元のデータフレームを抽出し、受信データフレーム系列として出力する。

ところで、空間分割多重技術を採用することにより、各々の無線チャネルで同時に複数の独立した無線信号を伝送することができる。空間分割多重を行う通信装置の構成及び動作について、図 6 を参照しながら説明する。

#### 【0093】

なお、図 6 に示す通信装置においては、空間分割多重 (SDM) と符号化 COFDM (Coded OFDM) とを組み合わせた構成になっている。

図 6 に示す送信局 50 は、畳み込み符号化部 51, マッピング処理部 52, SDM-COFDM 用プリアンブル作成部 53, IFFT 処理部 54, 無線送信部 55 及びアンテナ 56 を備えている。また、畳み込み符号化部 51, マッピング処理部 52, IFFT 処理部 54, 無線送信部 55 及びアンテナ 56 はそれぞれ多重数に対応する数だけ備わっている。

#### 【0094】

また、図 6 に示す受信局 60 は、アンテナ 61, 無線受信部 62, FFT 処理部 63, 伝達係数推定部 64, 混信補償処理部 65, 重み係数推定部 66, 乗算部 67, デマッピング処理部 68 及びビタビ復号器 69 を備えている。また、アンテナ 61, 無線受信部 62, FFT 処理部 63, 乗算部 67, デマッピング処理部 68 及びビタビ復号器 69 はそれぞれ多重数に対応する数だけ備わっている。

#### 【0095】

例えば図 6 において、送信側のアンテナ 56 (1) から送信される無線信号は、受信側の 2 つのアンテナ 61 (1), 61 (2) でそれぞれ受信される。また、送信側のアンテナ 56 (2) から送信される無線信号は、受信側の 2 つのアンテナ 61 (1), 61 (2) でそれぞれ受信される。

送信側のアンテナ 56 (1) から出力される無線信号とアンテナ 56 (2) から出力される無線信号とは、互いに周波数などが同一の無線チャネルで送信される。

#### 【0096】

従って、受信側のアンテナ 61 (1) は同一の無線チャネルで、送信側のアンテナ 56 (1) から送信された無線信号とアンテナ 56 (2) から送信された無線信号とを同時に受信する。また、受信側のアンテナ 61 (2) も同一の無線チャネルで、送信側のアンテナ 56 (1) から送信された無線信号とアンテナ 56 (2) から送信された無線信号とを同時に受信する。

一般的な通信においては、同一の無線チャネルで複数の無線信号が同時に送信されるとそれらが互いに混信を発生することになり、いずれの無線信号も正しく受信することができない。

#### 【0097】

ところが、図 6 に示すように送信側の複数のアンテナ 56 (1), 56 (2) の間隔が十分に大きく、受信側の複数のアンテナ 61 (1), 61 (2) の間隔も十分に大きい場合には、アンテナ 56 (1) から送信されてアンテナ 61 (1) で受信される無線信号の伝搬経路とアンテナ 56 (2) から送信されてアンテナ 61 (1) で受信される無線信号の伝搬経路との間、並びにアンテナ 56 (1) から送信されてアンテナ 61 (2) で受信される無線信号の伝搬経路とアンテナ 56 (2) から送信されてアンテナ 61 (2) で受信される無線信号の伝搬経路との間には十分に大きな経路差が生じる。

#### 【0098】

従って、送信側のアンテナ 56 (1) から送信されて受信側の各アンテナ 61 (1), 61 (2) に届く無線信号に関する伝達係数と、送信側のアンテナ 56 (2) から送信されて受信側の各アンテナ 61 (1), 61 (2) に届く無線信号に関する伝達係数との間には大きな違いが生じる。

そこで、同じ無線チャネルで同時に送信された複数の無線信号を、それらの間の伝達係



数の違いに対応する受信側のデジタル信号処理によって互いに分離することが可能になる。このため、例えば図6に示すように送信側に2つのアンテナ56(1)、56(2)を設ける場合には、1つの無線チャンネルに2つの独立した無線信号を多重化して送信することが可能になる。

#### 【0099】

図6に示す例では、送信局50に設けられた2つの畳み込み符号化部51(1)、51(2)のそれぞれの入力に、1つの無線チャンネルで多重化して送信する複数のデータパケットCH(1)、CH(2)が入力される。各畳み込み符号化部51は、入力されるデータパケットに対して畳み込み符号化を行う。

図6に示す通信装置においては、データパケットとしてパケット単位で無線信号を送送する。各々のデータパケットには、SDM-COFDM用プリアンブル作成部53の作成したSDM-COFDM用プリアンブルがマッピング処理部52で付加される。このプリアンブルは、受信側で伝達係数の推定に利用される。

#### 【0100】

また、マッピング処理部52は変調方式に応じて複数のサブキャリアに対する信号のマッピングを行う。マッピング処理部52から出力された信号は、IFFT処理部54で逆フーリエ変換処理を施され、周波数領域から時間領域の信号に変換された後、無線送信部55で変調されOFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing: 直交周波数分割多重)の無線信号として何れかのアンテナ56から送信される。

#### 【0101】

無線送信部55(1)が生成する無線信号と無線送信部55(2)が生成する無線信号とは同一の無線チャンネルに割り当てられる。従って、データパケットCH(1)から生成されアンテナ56(1)から送信される無線信号とデータパケットCH(2)から生成されアンテナ56(2)から送信される無線信号とは同時に同じ無線チャンネルに送出される。

受信局60のアンテナ61(1)は送信側のアンテナ56(1)から送信された無線信号とアンテナ56(2)から送信された無線信号とをそれらが互いに干渉している状態で同時に同じ無線チャンネルで受信する。また、アンテナ61(2)も送信側のアンテナ56(1)から送信された無線信号とアンテナ56(2)から送信された無線信号とを同時に同じ無線チャンネルで受信する。

#### 【0102】

アンテナ61(1)及び無線受信部62(1)が受信する無線チャンネルとアンテナ61(2)及び無線受信部62(2)が受信する無線チャンネルとは同一のチャンネルであり、アンテナ56(1)、56(2)から送信される無線信号のチャンネルと同一である。

各々のアンテナ61(1)、61(2)で受信された無線信号は、それぞれ無線受信部62(1)、62(2)でベースバンド信号に変換され、サブキャリア毎に復調された後、FFT処理部63(1)、63(2)でフーリエ変換処理され、時間領域から周波数領域の信号に変換される。すなわち、サブキャリア毎に分離された信号が各FFT処理部63の出力に得られる。

#### 【0103】

一方、伝達係数推定部64は受信したデータパケットに含まれている伝達係数推定用プリアンブルを用いて、アンテナ56(1)－アンテナ61(1)間の伝達係数と、アンテナ56(2)－アンテナ61(1)間の伝達係数と、アンテナ56(1)－アンテナ61(2)間の伝達係数と、アンテナ56(2)－アンテナ61(2)間の伝達係数とを求め、それらを含む伝達係数行列の逆行列を求める。

#### 【0104】

混信補償処理部65は、伝達係数推定部64の求めた逆行列を用いて、各FFT処理部63の出力に得られる受信サブキャリア信号から、アンテナ56(1)で送信された無線信号に対応する送信サブキャリア信号と、アンテナ56(2)で送信された無線信号に対応する送信サブキャリア信号とを互いに分離して求める。

図6の通信装置においては、混信補償処理部65における干渉補償により受信サブキャ

リア信号の信号振幅は一定になるので、軟判定ビタビ復号への尤度情報が一定になる。従って、軟判定ビタビ復号の誤り訂正効果を十分に利用しているとはいえない。

#### 【0105】

そこで、尤度情報を得るため、重み係数推定部66は多重された各信号のSNRに基づく振幅重み係数を伝達係数推定部64の推定した前記逆行列から推定する。

各乗算部67(1)、67(2)は、混信補償処理部65で干渉補償された各受信サブキャリア信号に、重み係数推定部66が求めた振幅重み係数を乗算する。

また、多重化された各無線信号から生成された各受信サブキャリア信号は、同期検波された後、変調方式に応じてデマッピング処理部68でマッピングの逆の処理を受け、復調出力としてビタビ復号器69に入力される。

#### 【0106】

ビタビ復号器69は、軟判定ビタビ復号処理を行って受信信号の誤り訂正を行う。なお、図6に示す通信装置の具体的な動作原理については、非特許文献2に開示されている。

この形態では、本発明の実施に用いる各無線局が、同時に利用可能な複数の無線チャネルのそれぞれについて、図6に示すような送信局50の各構成要素及び受信局60の各構成要素を備えていることを想定している。

#### 【0107】

このため、例えば各無線局が3つの送受信処理部10を備えている場合に、1つの無線チャネルあたり2つの無線信号を空間分割多重することを想定すると、 $(3 \times 2)$  個の無線信号を同時に伝送することが可能である。

次に、図5に示す無線局が行う送信処理の概要について、図1を参照しながら説明する。

#### 【0108】

ステップS11では、利用可能な全ての無線チャネルの中から全ての空き無線チャネルを検索する。実際には、各送受信処理部10のキャリア検出部17を用いてチャネル毎に無線チャネルの空き状況を検出する。検出した空き無線チャネルの総数をNchとする。

空き無線チャネルを1つ以上検出した場合にはステップS11から次のS12に進み、送信バッファ22上の送信待ちデータパケット数Kを取得する。送信待ちデータパケット数Kが1以上の場合にはステップS13に進む。

#### 【0109】

ステップS13では、図2に示すような処理を実行し、送信バッファ22上の送信待ちデータパケットの中から次のタイミングで送信すべきデータパケットを1つ又は複数選択する。この処理は図5のデータパケット管理部27によって実行される。

図2のステップS31では、送信バッファ22上の管理情報を取得する。すなわち、送信バッファ22上に保持されている各々のデータパケットのアドレス情報と宛先及びパケットサイズとを対応付けたデータパケット格納情報を全てのデータパケットについて取得する。

#### 【0110】

ステップS32では、各データパケットの宛先に対応付けられた伝送速度の情報を宛先端末別伝送速度管理部32から取得する。

ステップS33では、ステップS31で取得したパケットサイズとステップS32で取得した伝送速度とに基づいて、送信バッファ22上の各データパケットのパケット長、すなわち伝送所要時間を求める。パケット長は  $((\text{パケットサイズ}) / (\text{伝送速度}))$  として計算される。

#### 【0111】

また、ステップS33では送信バッファ22上の先頭のデータパケット（最も早い時刻に送信バッファ22に入力されたデータパケット）のパケット長と送信バッファ22上の2番目以降のデータパケットのパケット長とを比較する。

ステップS34では、先頭のデータパケット及びパケット長が先頭のデータパケットとほぼ等しい2番目以降のデータパケットを全て選択する。



## 【0112】

ステップS35では、ステップS34で選択されなかったデータパケットが送信バッファ22上に存在するか否かを識別し、存在する場合には次のステップS36に進み、存在しない場合にはステップS38に進む。

ところで、宛先端末別伝送速度管理部32に保持されている宛先毎の伝送速度は、使用可能な伝送速度の最大値である。従って、宛先端末別伝送速度管理部32から取得した伝送速度よりも低速であれば他の伝送速度を使用しても通常は問題が生じない。

## 【0113】

そこで、ステップS36ではステップS34で選択されなかった送信バッファ22上の残りの各データパケットについて、宛先端末別伝送速度管理部32から取得した伝送速度よりも低速の選択可能な全ての伝送速度について、それぞれパケット長を求める。

ステップS37では、ステップS36で求めた各データパケットの各伝送速度のパケット長を、ステップS33で求めた先頭のデータパケットのパケット長と比較する。そして、パケット長が先頭のデータパケットとほぼ一致する各データパケットを選択する。

## 【0114】

ステップS38では、ステップS34及びS37で選択した各データパケットに対応付けられた伝送速度の信号をデータパケット管理部27から出力し、パケット振り分け送信制御部24を介して該当するチャネルの送受信処理部10の伝送速度選択部31に与える。ステップS34で選択したデータパケットについては、宛先端末別伝送速度管理部32から取得した伝送速度をそのまま出力するが、ステップS37で選択したデータパケットについては、パケット長の比較の際に一致が検出されたパケット長の算出に用いた伝送速度を出力する。

## 【0115】

図1のステップS14では、ステップS13の処理によって選択されたデータパケットの数 $N_p$ を取得する。

ステップS15では、ステップS13で選択されたデータパケットの数 $N_p$ を調べる。

( $N_p = 1$ )の場合にはステップS16に進み、1個の空き無線チャネルを使って選択された1つのデータパケットを送信する。

## 【0116】

( $N_p > 1$ )の場合にはステップS15からS17に進み、ステップS11で検出された空き無線チャネルの数 $N_{ch}$ を調べる。(  $N_{ch} = 1$  )の場合にはステップS22に進み、(  $N_{ch} > 1$  )の場合にはステップS18に進む。

ステップS18では、ステップS13で選択されたデータパケットの数 $N_p$ と空き無線チャネルの数 $N_{ch}$ 及び利用可能な空間分割多重数 $L$ とを比較する。(  $N_p > N_{ch}$  )かつ(  $N_p > L$  )である場合はステップS19に進み、(  $N_p \leq N_{ch}$  )又は(  $N_p \leq L$  )の場合にはステップS20に進む。

## 【0117】

ステップS19では空き無線チャネルの数 $N_{ch}$ と利用可能な空間分割多重数 $L$ とを比較する。(  $N_{ch} \geq L$  )の場合にはステップS21に進み、(  $N_{ch} < L$  )の場合にはステップS22に進む。

ステップS20では空き無線チャネルの数 $N_{ch}$ とステップS13で選択されたデータパケットの数 $N_p$ とを比較する。(  $N_{ch} \geq N_p$  )の場合にはステップS21に進み、(  $N_{ch} < N_p$  )の場合にはステップS22に進む。

## 【0118】

ステップS21では、ステップS11で検出された複数の空き無線チャネルを同時に使い、ステップS13で選択された複数のデータパケットを同時に送信開始する。

ステップS22では、宛先端末別伝送速度管理部32から取得した伝送速度を元に、各データパケットの宛先無線局がACKを送信開始する時刻を指示する情報を、各データパケットに格納する。

## 【0119】

ステップS23では、1つの空き無線チャネルを使い、ステップS13で選択された複数のデータパケットを空間分割多重により多重化して同時に送信開始する。

ステップS16, S21又はS23でデータパケットの送信を開始した後、パケットの送信が完了するまでステップS24で待機してからステップS11に戻る。実際には、各送受信処理部10の送信状態保持部18が出力する情報を監視することにより、自局が送信終了していない無線チャネルが存在するか否かをステップS24で確認することができる。なお、ステップS24については省略しても良い。

#### 【0120】

従って、例えば図12に示す時刻 $t_0 \sim t_1$ では、所定時間 $T$ に渡って空き状態であることが検出された2つの無線チャネル(1), (2)が同時に存在するので、これらの無線チャネル(1), (2)を同時に使って互いに異なる2つのデータパケット(1), (2)を並列送信することができる。

受信側の無線局は、チャネル毎に各々のデータパケットの受信に成功すると送達確認信号(Ackパケット)を返送する。

#### 【0121】

例えば、図12の例では、時刻 $t_6$ でデータパケット(3)ともう1つのデータパケットとの2つが送信待ちであったとしても、利用可能な一方の無線チャネル(1)がチャネルビジーであるためデータパケット(3)だけしか送信することができない。

ここで図1のステップS24を実行する場合には、何れかの無線チャネルで送信中は新たな送信ができないので、図12の時刻 $t_8$ で無線チャネル(1)がチャネルビジーでなくなっても、次のデータパケットを直ちに送信することはできない。従って、データパケット(3)に対する送達確認信号であるAck(3)が現れて、全てのチャネルが送信中でない状態になった時点で次のデータパケットの送信が開始される。

#### 【0122】

ところで、複数の無線チャネル間で送信電力の漏洩が発生する場合には、隣接する他の無線チャネルで自局が送信している時に受信すべき信号(例えばAckパケット)が届いても隣接チャネルからの送信電力の漏れの影響により受信に失敗する可能性が高い。

しかし図1のステップS13においては、送信対象のデータパケットとして、伝送速度及びパケットサイズから求められるパケット長、すなわち各データパケットの伝送所要時間がほぼ等しい複数のデータパケットを選択するので、図12に示すように時刻 $t_1$ で送信を開始したデータパケット(1)及びデータパケット(2)は共に時刻 $t_2$ で送信を完了する。

#### 【0123】

また、データパケットの送信完了時からAckを受信開始するまでの時間は、一般にデータパケットのパケット長によらず一定であるため、データパケット(1)に対する送達確認信号であるAck(1)を受信するタイミング( $t_3 \sim t_4$ )とデータパケット(2)に対する送達確認信号であるAck(2)を受信するタイミング( $t_3 \sim t_4$ )も同じになり、送信電力の漏れの影響を受けることなくAck(1), Ack(2)を受信できる。

#### 【0124】

なお、同時に送信する複数のデータパケットのパケット長が互いに等しくない場合には、パケット長の差に相当する分だけデータパケット(1)及びデータパケット(2)の送信が完了する時刻が異なることになるため、Ack(1)及びAck(2)を受信するタイミングにも、パケット長の差に相当する分だけ差が生じることになる。しかしながら、データパケット(1)及びデータパケット(2)のパケット長の差が十分に小さく、各々のデータパケットの送信完了時刻の差が、データパケットの送信完了時からAckの受信を開始するまでの時間よりも短ければ、送信電力の漏れの影響を受けることなくAck(1), Ack(2)を受信できる。従って、ステップS13で同時に選択するデータパケットについては、パケット長が完全に一致していなくてもパケット長の差が十分に小さければ問題はない。

## 【0125】

このように、空き無線チャネルが同時に複数存在する場合、あるいは空間分割多重を用いる場合には、複数のデータパケットを並列送信できるので、単位時間で送信できるデータパケットの数を大幅に増やすことができ、スループットが改善される。

一方、図5に示す無線局が無線信号の受信を行う場合には、各々のデータパケットに対して図3、図4に示すような受信処理が実行される。

## 【0126】

なお、この形態ではIEEE802.11規格に準拠した制御を行うことを想定しているので、受信した無線局がAckパケットを送信する場合の伝送速度には規定速度 (Mandatory Rate) であるM1, M2, M3 ( $M1 < M2 < M3$ ) の何れかが用いられる。

図3のステップS111では、全ての送受信処理部10で受信可能な複数 (送受信処理部10の数と同数) の無線チャネルのそれぞれについて、データパケットの受信処理を実行する。パケットを受信した場合には、ステップS112に進み、同時に受信したデータパケットの数Nrを取得する。また、次のステップS113では受信したNr個の各データパケットの伝送速度R(1)~R(Nr)を取得する。

## 【0127】

ステップS114では、同時に受信したデータパケットの数Nrを調べ、( $Nr = 1$ ) ならばステップS115に進み、( $Nr > 1$ ) であればステップS121に進む。

ステップS115では受信したデータパケットに含まれている宛先無線局のIDを参照し、自局宛のパケットか否かを識別する。自局宛でないデータパケットを受信した場合には、ステップS116でそのデータパケットを破棄してステップS111に戻る。自局宛のデータパケットを受信した場合には、ステップS117に進み、受信したデータパケットの伝送速度が規定速度 (M1, M2, M3) の何れかと等しいか否かを調べ、等しい場合にはステップS118に進み、異なる場合にはステップS119に進む。

## 【0128】

ステップS118では、受信したデータパケットの伝送速度と同じ伝送速度を選択し、その伝送速度でデータパケットを受信した無線チャネルを使い、送信元に向けてAckパケットを返信する。

ステップS119では、受信したデータパケットの伝送速度を超えない最大の伝送速度をM1, M2, M3の中から選択し、その伝送速度でデータパケットを受信した無線チャネルを使い、送信元に向けてAckパケットを返信する。ステップS118又はS119でAckパケットを送信した受信局は、ステップS120でAckパケットの送信が完了するまで待機した後、ステップS111の処理に戻る。

## 【0129】

複数のデータパケットを同時に受信した場合には、ステップS114からS121に進み、各データパケットに含まれている宛先無線局のIDを参照し、自局宛のパケットか否かを識別する。自局宛でないデータパケットを受信した場合には、ステップS122でそのデータパケットを破棄してステップS111に戻る。自局宛のデータパケットを受信した場合には、図4のステップS131に進み、同時に受信したNr個のデータパケットの伝送速度が全て同じか否かを識別する。

## 【0130】

Nr個のデータパケットの伝送速度が全て同じ場合にはステップS131からS132に進み、受信したデータパケットの伝送速度が規定速度 (M1, M2, M3) の何れかと等しいか否かを調べ、等しい場合にはステップS133に進み、異なる場合にはステップS134に進む。

ステップS133では、受信したデータパケットの伝送速度と同じ伝送速度を選択し、その伝送速度で自局宛のデータパケットを受信した無線チャネルを用いて送信元宛にAckパケットを返信する。ステップS134では、受信したデータパケットの伝送速度を超えない最大の伝送速度を規定速度 (M1, M2, M3) のの中から選択し、その伝送速度で自局宛のデータパケットを受信した無線チャネルを用いて送信元宛にAckパケットを返

信する。

#### 【0131】

一方、受信した $N_r$ 個のデータパケットの伝送速度が全て同じでない場合には、ステップS135に進み、伝送速度 $R(1) \sim R(N_r)$ の中の最小値を $R_{low}$ に定め、 $R_{low}$ が規定速度( $M1, M2, M3$ )の何れかと等しいか否かを識別する。 $R_{low}$ が規定速度と等しい場合にはステップS136に進み、等しくない場合にはステップS137に進む。

#### 【0132】

ステップS136では、 $R_{low}$ と同じ伝送速度を選択し、その伝送速度で自局宛のデータパケットを受信した無線チャネルを使い送信元宛にAckパケットを返信する。ステップS137では、 $R_{low}$ を超えない最大の伝送速度を規定速度( $M1, M2, M3$ )の中から選択し、その伝送速度で自局宛のデータパケットを受信した無線チャネルを用いて送信元宛にAckパケットを返信する。

#### 【0133】

従って、図8に示す(1)のような動作が実現する。すなわち、2つの無線チャネル $ch1, ch2$ で宛先の異なるデータパケット(1)及びデータパケット(2)を同時に受信した場合に、データパケット(1)の伝送速度は $24\text{ Mbit/s}$ であり、データパケット(2)の伝送速度は $6\text{ Mbit/s}$ であるため、受信側の無線局は $6\text{ Mbit/s}$ を $R_{low}$ として選択し、データパケット(1)の宛先の無線局はそれに対する送達確認信号としてAck(1)を $6\text{ Mbit/s}$ の伝送速度で無線チャネル $ch1$ を用いて送信する。また、データパケット(2)の宛先の無線局はそれに対する送達確認信号としてAck(2)を $6\text{ Mbit/s}$ の伝送速度で無線チャネル $ch2$ を用いて送信する。

#### 【0134】

つまり、Ack(1)のサイズとAck(2)のサイズは同一であり、これらの送信に用いる伝送速度( $6\text{ Mbit/s}$ )も同一であるので、Ack(1)とAck(2)のパケット長は同一になる。従って、Ack(1)の送信が終了する時刻とAck(2)の送信が終了する時刻とは同一になり、2つの無線チャネル $ch1, ch2$ のキャリアセンスは同じ時刻に開始される。なお、 $24\text{ Mbit/s}$ 及び $6\text{ Mbit/s}$ は規定の伝送速度である。従って、図8に示す動作例では図4のステップS136が実行される。

#### 【0135】

次に、図2に示す送信パケット選択処理の変形例について図13及び図14を参照して説明する。図13は送信パケット選択処理(2)の内容を示すフローチャートである。図14は各モードの動作例を示すタイムチャートである。

この変形例では、前述の図2に示す処理の代わりに図13に示す処理を行う。すなわち、図2のステップS35-S38の間の処理が図13のステップS36B, S37Bに変更されている。変更された部分について説明する。

#### 【0136】

ステップS36Bでは、バッファ先頭から2番目のパケットから順に図13に示した条件式に該当する $k$ 個のデータパケットを選択する。この条件式は、後述するように2つのモードの伝送効率に関する比較を行うものである。

ステップS37Bでは、前のステップS36Bで選択した $k$ 個のデータパケットのパケット長(伝送所要時間)が全て $T1$ (バッファ先頭のデータのパケット長)と等しくなるように、 $k$ 個の各データパケットにダミー信号を付加する。

#### 【0137】

次に、このような処理を行う理由を説明する。例えばパケット長の揃わない2つのデータパケットが存在する場合に、2つの無線チャネルが空き状態であった場合には、図14に示すような2種類のモードを採用し、実質的にパケット長の揃った2つのデータパケットを並列送信することが考えられる。

すなわち、図14に示す上側のモードでは、パケット長( $T2$ )の短い2番目のパケットにダミー信号を付加して、実質的なパケット長を先頭パケットのパケット長( $T1$ )に

合わせてこれらを同時に送信する。図14に示す下側のモードでは、それぞれのパケットを2つに等分割してパケット長 ( $T1/2$ ,  $T2/2$ ) の揃ったデータパケットを生成し、先頭のパケットと2番目のパケットとを2回に分けて送信する。

#### 【0138】

ここで、図14に示す上側のモードの送信効率 ( $T1 + T_{oh}$ ) で表すことができ、下側のモードの送信効率は  $((T2 - T1)/2 + T_{oh})$  で表すことができる。なお、オーバーヘッド時間  $T_{oh}$  については通常は一定なので定数とみなして扱えばよい。

図13における条件式では、これらの送信効率を比較している。すなわち、図14に示す条件において図13の条件式の左辺は次のように変形できる。

$$\begin{aligned} & \Sigma (|T_{\alpha} - T1|) / \alpha + (k-1) \times T_{oh} \\ &= ((T1 - T1) / 2) + ((T2 - T1) / 2) + T_{oh} \\ &= ((T2 - T1) / 2) + T_{oh} \end{aligned}$$

従って、図13の条件式は次のように変形することができる。

$$\begin{aligned} & ((T2 - T1) / 2) + T_{oh} > 0 \\ & (T2 / 2 + T1 / 2 + 2 \times T_{oh}) > T1 + T_{oh} \end{aligned}$$

この式の左辺及び右辺は、それぞれ図14に示す下側のモードの送信効率  $((T2 + T1) / 2 + 2 \times T_{oh})$  及び上側のモードの送信効率 ( $T1 + T_{oh}$ ) を表している。つまり、いずれのモードを選択した方が送信効率がよいかを自動的に選択することができる。

#### 【0139】

ところで、1つの送信元無線局から宛先の異なるデータパケットを1つの無線チャンネルに空間分割多重で重畳し同時に送信することは可能であり、宛先の複数の受信側無線局はそれぞれ自局宛のデータパケットを受信できる。しかし、受信したデータパケットに対する送達確認パケット (ACKパケット) を宛先の複数の受信側無線局が同じ無線チャンネルで同時に返送すると、送信元無線局はこれらの送達確認パケットを受信することができない。

#### 【0140】

このような問題を解決するための受信処理の内容を図18～図21に示す。この受信処理は図3、図4に示す受信処理の変形例である。また、図18～図21において図3、図4と対応する処理には同一のステップ番号を付けて示してある。

図18～図21に示す受信処理の基本的な動作は図3、図4と同様であるが、特定の条件においてACKパケットを送信する動作が次のように変更されている。すなわち、空間分割多重を適用する場合には、図19のステップS201からS202を通り、空き無線チャンネル数  $N_{ch}$  に応じて図20のステップS211又は図21のステップS221に進む。

#### 【0141】

ステップS211、S221では、受信した自局宛データパケットに含まれているACKパケット送信時刻 (図22の  $t_a$ ,  $t_b$  の値) を取得する。このACKパケット送信時刻の情報は、例えば図20のステップS133B、S134B、S136B、S137Bや、図21のステップS225、S226でACKパケットを送信するタイミングを決定するために利用される。

#### 【0142】

すなわち、ステップS133B、S134B、S136B、S137B、S225、S226では、ACKパケット送信時刻になったら、受信したパケットの伝送速度と同じ伝送速度を選択し、その伝送速度で自局宛パケットを受信した無線チャンネルを使い送信元宛にACKパケットを送信する。

各ACKパケット送信時刻は、データパケットの送信元の無線局が決定する。図22に示す例では、1つの無線チャンネルに空間分割多重で2つの信号 (DATA (1), DATA (2)) を重畳して同時に送信する場合を想定しているが、データパケットDATA (1) に対して宛先の1番目の受信側無線局が返送するACKパケットACK (1) の送信時刻  $t_a$  と、データパケットDATA (2) に対して宛先の2番目の受信側無線局が返送

するACKパケットACK(2)の送信時刻 $t_b$ とは、ACK(1)、ACK(2)が重ならないように送信元の無線局によってスケジューリングされる。

#### 【0143】

従って、ACK(1)、ACK(2)は互いに異なる受信側無線局から同じ無線チャネルで送出されるが、送出されるタイミングがずれているので、送信元の無線局は全てのACKパケットACK(1)、ACK(2)を受信することができる。

また、全てのACKパケットの送信が完了するまでの間は、データパケットの宛先以外の他の無線局の送信を禁止するために、その期間 $T_c$ を表す値(NAV)がデータパケットに含まれている。

#### 【0144】

同様に、例えば2つの無線チャネルCH1、CH2を用いて各無線チャネルにそれぞれ空間分割多重で宛先の異なる2つの信号を重畳する場合には、複数の無線チャネルで同時送信するため、図8に示すような方法によりACKパケットのパケット長を合わせ、図23に示すような動作を行えばよい。

#### (第2の実施の形態)

本発明の無線パケット通信方法のもう1つの実施の形態について、図9及び図10を参照して説明する。この形態は請求項2に対応する。

#### 【0145】

図9は受信処理(2-1)を示すフローチャートである。図10は受信処理(2-2)を示すフローチャートである。この形態は第1の実施の形態の変形例であり、受信処理として図3、図4に示す処理の代わりに図9、図10に示す処理を行い、図8に示す(2)のような動作を実現する。それ以外については第1の実施の形態と同様である。第1の実施の形態と同じ部分については以下の説明を省略する。

#### 【0146】

図9、図10において第1の実施の形態と大きく異なるのはステップS141~S152の部分である。

ステップS141では、受信した $N_r$ 個のデータパケットの伝送速度 $R(1) \sim R(N_r)$ の中の最小値を $R_{low}$ に定め、次のステップS142では自局宛のデータパケットの伝送速度を $R_0$ に定める。

#### 【0147】

ステップS143では、 $R_{low}$ が規定速度( $M1, M2, M3$ )の何れかと等しいか否かを識別する。 $R_{low}$ が規定速度と等しい場合にはステップS144に進み、等しくない場合にはステップS145に進む。ステップS144では、 $R_{low}$ を $R_{ACKlow}$ に定め、ステップS145では、規定速度( $M1, M2, M3$ )の中で $R_{low}$ を超えない最大の伝送速度を $R_{ACKlow}$ に定める。

#### 【0148】

次のステップS146では、 $R_0$ が規定速度( $M1, M2, M3$ )の何れかと等しいか否かを識別する。 $R_0$ が規定速度と等しい場合にはステップS147に進み、等しくない場合にはステップS148に進む。ステップS147では $R_0$ を $R_{ACK0}$ に定め、ステップS148では規定速度( $M1, M2, M3$ )の中で $R_0$ を超えない最大の伝送速度を $R_{ACK0}$ に定める。

#### 【0149】

次のステップS149では、 $R_{ACKlow}$ と $R_{ACK0}$ とを比較する。両者が等しい場合にはステップS150に進み、異なる場合にはステップS151に進む。

ステップS150では、 $R_{ACK0}$ の伝送速度で、自局宛のデータパケットを受信した無線チャネルを使って、送信元宛にAckパケットを返信する。

ステップS151では、 $R_{ACK0}$ の伝送速度に対応するAckパケット送信時間(伝送所要時間:パケット長)が $R_{ACKlow}$ の伝送速度に対応するAckパケット送信時間と等しくなるように、それらの差分に相当する長さのダミー信号をAckパケットに付加する。そして、次のステップS152では、自局宛のデータパケットを受信した無線チャネル

を使い、ダミー信号を付加されたAckパケットをR.ACK0の伝送速度で送信元宛に返信する。

#### 【0150】

従って、図8に示す(2)のような動作が実現する。すなわち、2つの無線チャネルch1, ch2で宛先の異なるデータパケット(1)及びデータパケット(2)を同時に受信した場合に、データパケット(1)の伝送速度は24Mbit/sであり、データパケット(2)の伝送速度は6Mbit/sであるため、受信側の無線局は6Mbit/sをRlowとして選択し、データパケット(1)の宛先の無線局はそれに対する送達確認信号としてAck(1)を24Mbit/sの伝送速度で無線チャネルch1を用いて送信する。また、データパケット(2)の宛先の無線局はそれに対する送達確認信号としてAck(2)を6Mbit/sの伝送速度で無線チャネルch2を用いて送信する。

#### 【0151】

Ack(1)のサイズとAck(2)のサイズは同一であるが、これらの送信に用いる伝送速度(24Mbit/s, 6Mbit/s)は異なるので、Ack(1)とAck(2)のパケット長も異なる。しかし、データパケット(1)の宛先の無線局においては、図10のステップS149でR.ACKlowとR.ACK0とが等しくないため、ステップS151に進む。従って、高速の伝送速度で送信されるAck(1)には、Ack(2)のパケット長との差分に相当するダミー信号が付加されて送信されることになり、Ack(1)とダミー信号とを合わせたパケット長はAck(2)と同じになる。

#### 【0152】

つまり、実質的にはAck(1), Ack(2)のパケット長が揃うので、同じ時刻にこれらの送信が終了し、2つの無線チャネルch1, ch2のキャリアセンスは同じ時刻に開始される。

#### (第3の実施の形態)

本発明の無線パケット通信方法のもう1つの実施の形態について、図11を参照して説明する。この形態は請求項3に対応する。図11は受信処理(3-2)を示すフローチャートである。

#### 【0153】

この形態は第2の実施の形態の変形例であり、図10に示す受信処理の代わりに図12に示す処理を行い、図8に示す(3)のような動作を実現する。それ以外については第2の実施の形態と同様である。第2の実施の形態と同じ部分については以下の説明を省略する。

図12において第2の実施の形態と異なるのはステップS151B, S152Bの部分である。すなわち、R.ACKlowとR.ACK0とが等しくない場合にはステップS151Bに進み、R.ACKlowの伝送速度に対応するAckパケット送信時間(伝送所要時間)の値をAckパケットのDuration Field(図7参照)に記述する。ステップS152Bでは、自局宛のデータパケットを受信した無線チャネルを使い、AckパケットをR.ACK0の伝送速度で送信元宛に返信する。

#### 【0154】

IEEE802.11規格の無線局においては、受信したデータパケット及びAckパケットのDuration Fieldに記述されている時間を送信禁止期間(NAV)として認識し、この期間が経過するまでの間は送信せずに待機する。

従って、図8に示す(3)のような動作が実現する。すなわち、2つの無線チャネルch1, ch2で宛先の異なるデータパケット(1)及びデータパケット(2)を同時に受信した場合に、データパケット(1)の伝送速度は24Mbit/sであり、データパケット(2)の伝送速度は6Mbit/sであるため、受信側の無線局は6Mbit/sをRlowとして選択し、データパケット(1)の宛先の無線局はそれに対する送達確認信号としてAck(1)を24Mbit/sの伝送速度で無線チャネルch1を用いて送信する。また、データパケット(2)の宛先の無線局はそれに対する送達確認信号としてAck(2)を6Mbit/sの伝送速度で無線チャネルch2を用いて送信する。



## 【0155】

A c k (1) のサイズと A c k (2) のサイズは同一であるが、これらの送信に用いる伝送速度 (24 M b i t / s, 6 M b i t / s) は異なるので、A c k (1) と A c k (2) のパケット長も異なる。しかし、R l o w よりも高速の伝送速度を用いて A c k パケットを送信する無線局は、図 11 のステップ S 1 5 1 B, S 1 5 2 B を実行するので、図 8 (3) の A c k (1) の Duration Field には、待機すべき時間 T a (R.ACKlow の伝送速度で送信される A c k (2) のパケット長) が記述される。従って、A c k (1) を受信した他の無線局は、その Duration Field の値に従って、A c k (1) の送信が終了しても送信禁止期間 (N A V) が終了するまでの間は待機することになる。これにより、パケット長の長い A c k (2) の送信が終了するまでの間に他の無線局がキャリアセンスを開始することはない。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0156】

- 【図 1】 送信処理を示すフローチャートである。
- 【図 2】 送信パケット選択処理の内容を示すフローチャートである。
- 【図 3】 受信処理 (1-1) を示すフローチャートである。
- 【図 4】 受信処理 (1-2) を示すフローチャートである。
- 【図 5】 実施の形態の無線局の構成を示すブロック図である。
- 【図 6】 空間分割多重を行う通信装置の構成例を示すブロック図である。
- 【図 7】 パケットの構成を示す模式図である。
- 【図 8】 各無線局の動作例を示すタイムチャートである。
- 【図 9】 受信処理 (2-1) を示すフローチャートである。
- 【図 10】 受信処理 (2-2) を示すフローチャートである。
- 【図 11】 受信処理 (3-2) を示すフローチャートである。
- 【図 12】 各無線チャネルの利用例を示すタイムチャートである。
- 【図 13】 送信パケット選択処理 (2) の内容を示すフローチャートである。
- 【図 14】 各モードの動作例を示すタイムチャートである。
- 【図 15】 各無線チャネルの利用例を示すタイムチャートである。
- 【図 16】 各無線チャネルの利用例を示すタイムチャートである。
- 【図 17】 従来例の無線局の構成を示すブロック図である。
- 【図 18】 受信処理 (1B-1) を示すフローチャートである。
- 【図 19】 受信処理 (1B-2) を示すフローチャートである。
- 【図 20】 受信処理 (1B-3) を示すフローチャートである。
- 【図 21】 受信処理 (1B-4) を示すフローチャートである。
- 【図 22】 空間分割多重を適用した送信動作の例 (1) を示すタイムチャートである。
- 【図 23】 空間分割多重を適用した送信動作の例 (2) を示すタイムチャートである。

## 【符号の説明】

## 【0157】

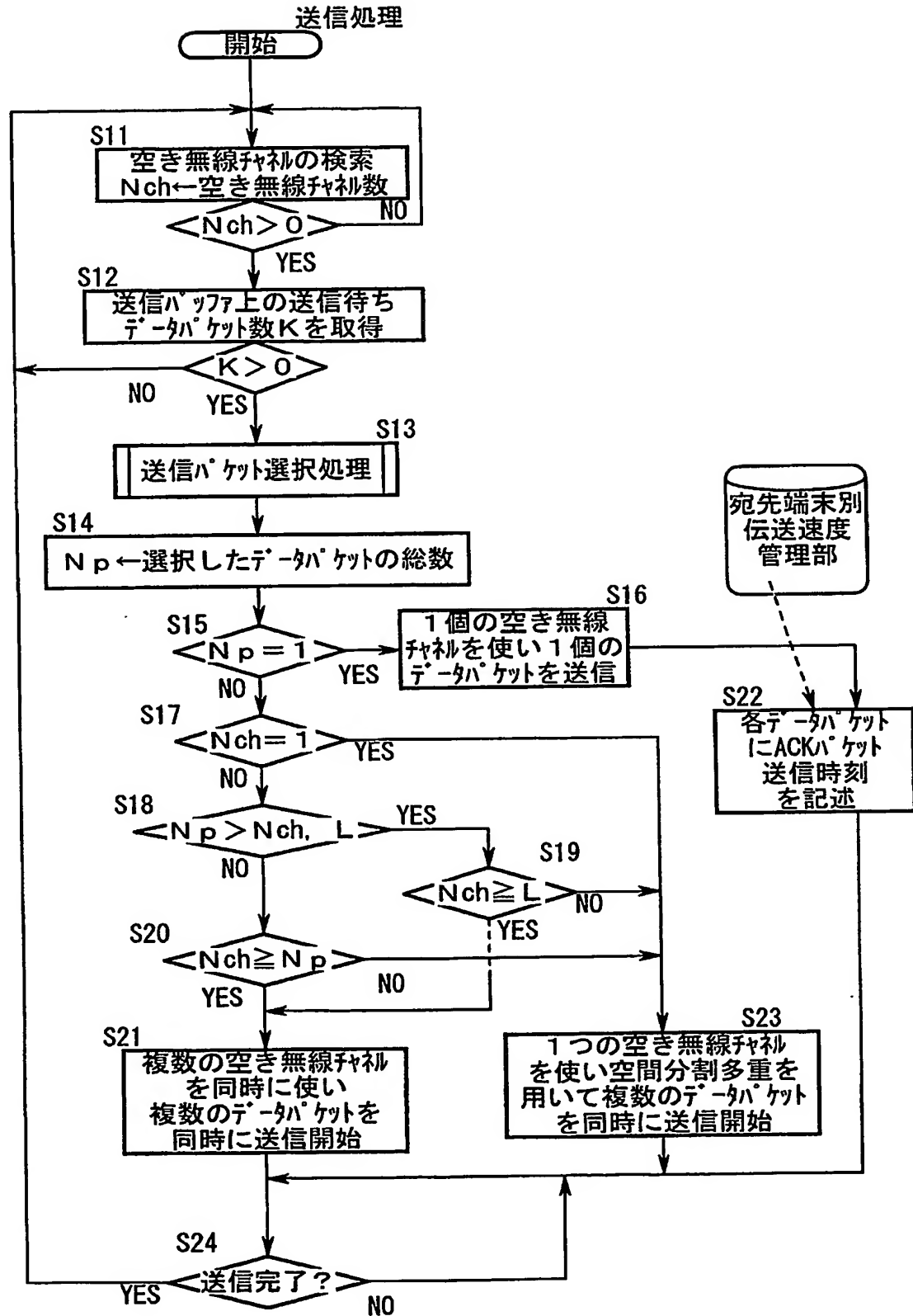
- 10 送受信処理部
- 11 変調器
- 12 無線送信部
- 13 アンテナ
- 14 無線受信部
- 15 復調器
- 16 パケット選択部
- 17 キャリア検出部
- 18 送信状態保持部
- 19 A c k パケット生成部



- 2 1 ヘッダ付加部
- 2 2 送信バッファ
- 2 3 送信チャネル選択制御部
- 2 4 パケット振り分け送信制御部
- 2 5 パケット順序管理部
- 2 6 ヘッダ除去部
- 2 7 データパケット管理部
- 3 1 伝送速度選択部
- 3 2 宛先端末別伝送速度管理部
- 5 0 送信局
- 5 1 畳み込み符号化部
- 5 2 マッピング処理部
- 5 3 S D M - C O F D M 用 プリアンブル作成部
- 5 4 I F F T 処理部
- 5 5 無線送信部
- 5 6 アンテナ
- 6 0 受信局
- 6 1 アンテナ
- 6 2 無線受信部
- 6 3 F F T 処理部
- 6 4 伝達係数推定部
- 6 5 混信補償処理部
- 6 6 重み係数推定部
- 6 7 乗算部
- 6 8 デマッピング処理部
- 6 9 ビタビ復号器

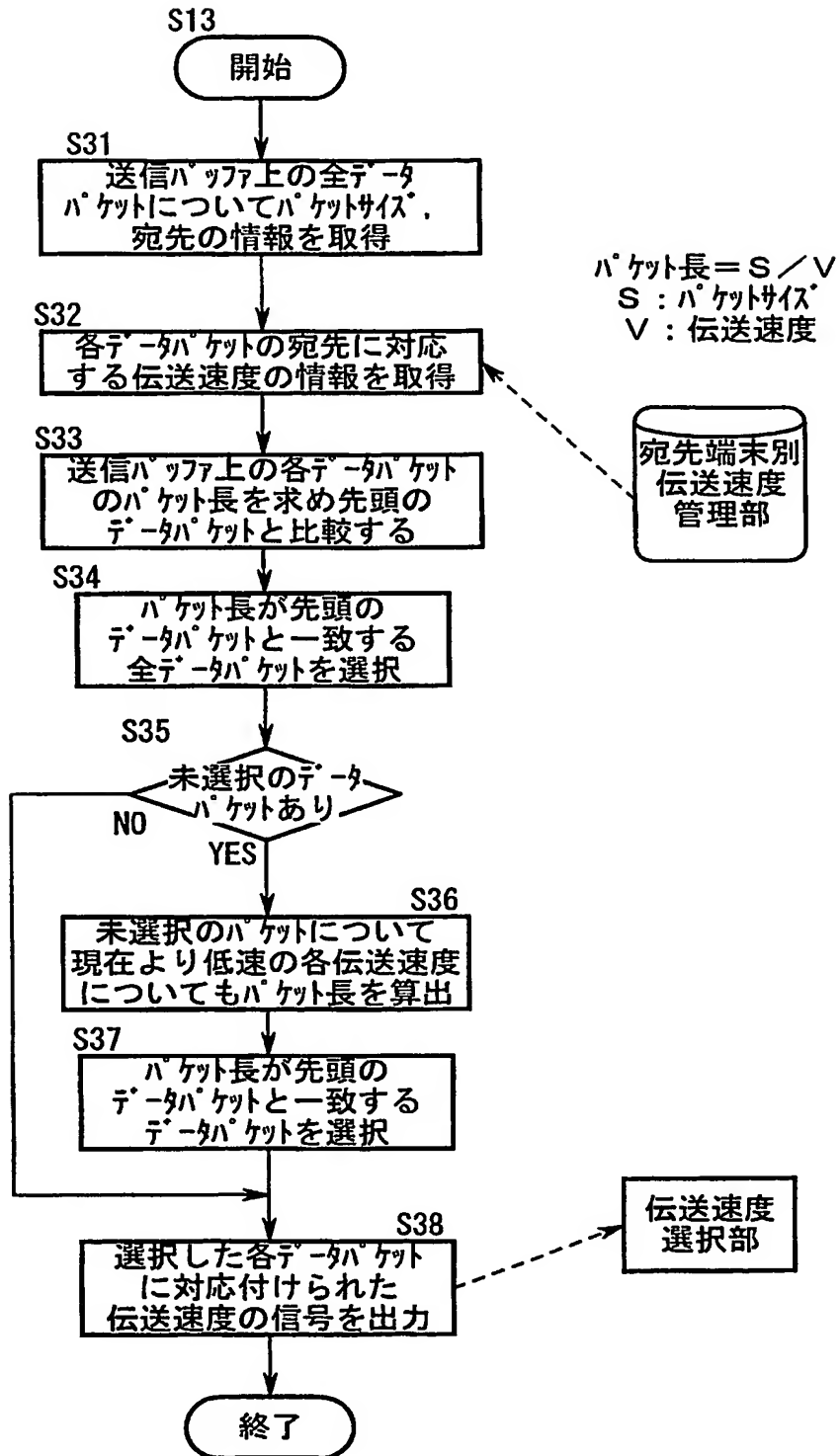
【書類名】 図面

【図 1】

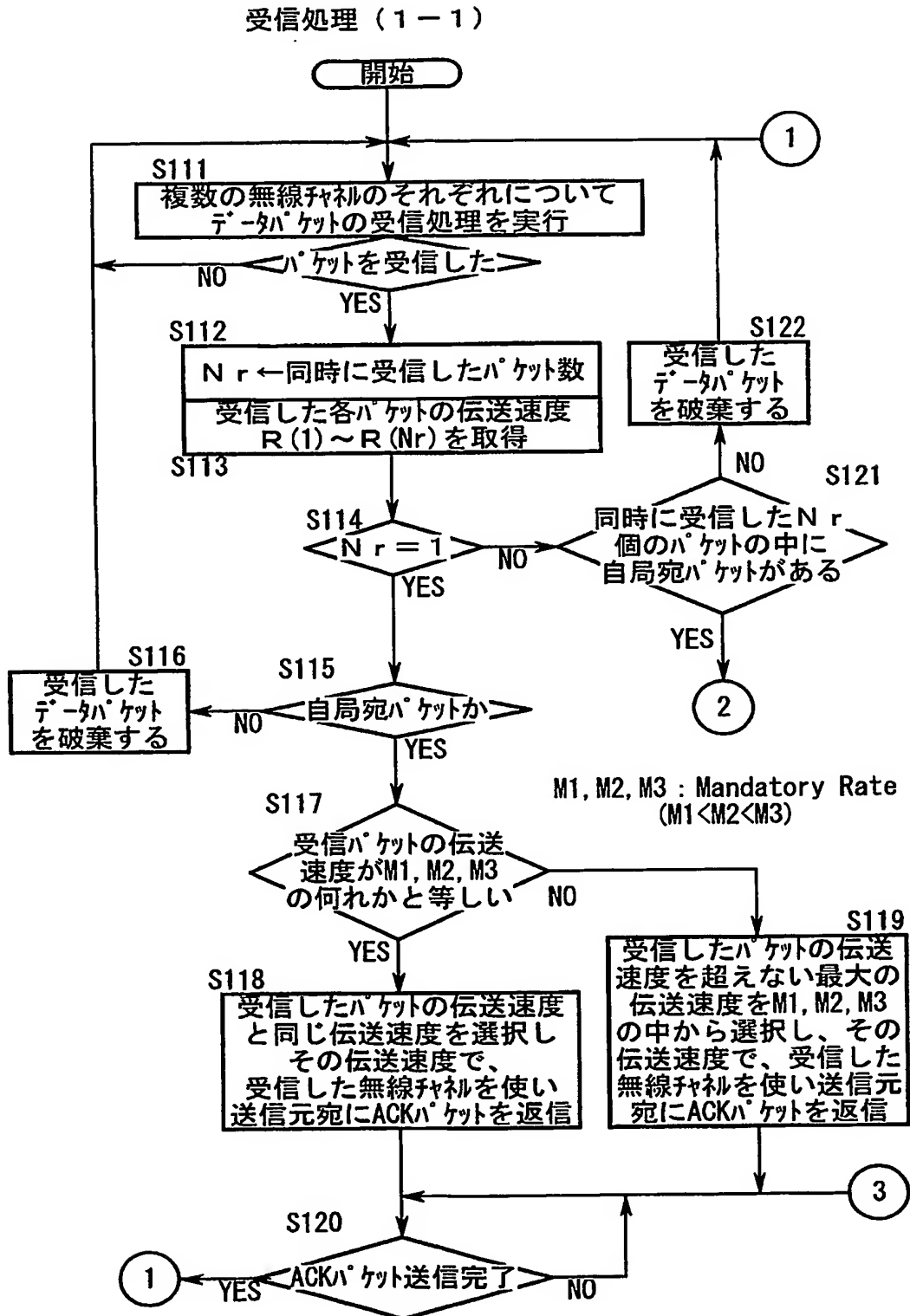


【図 2】

## 送信パケット選択処理の内容

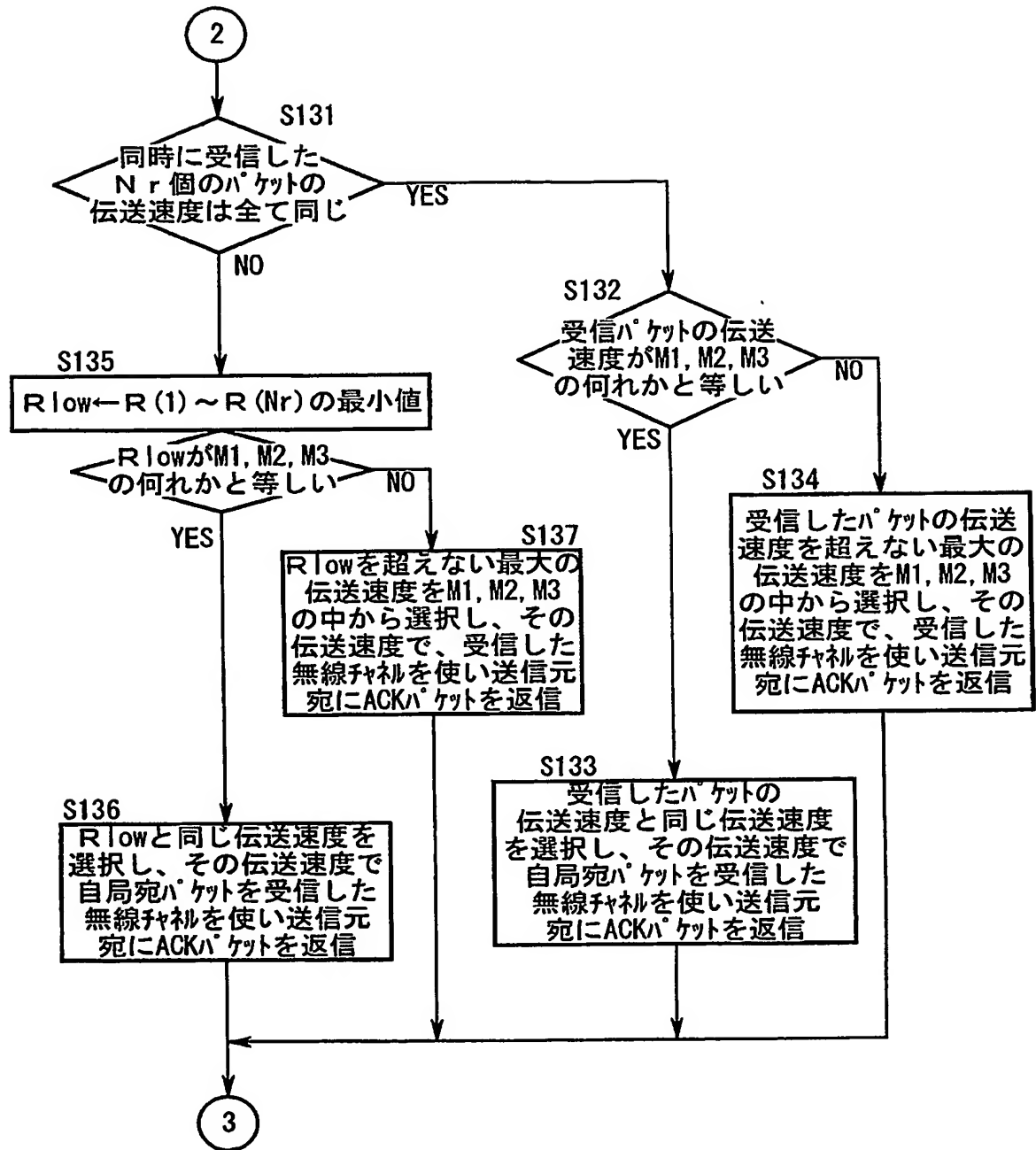


【図 3】



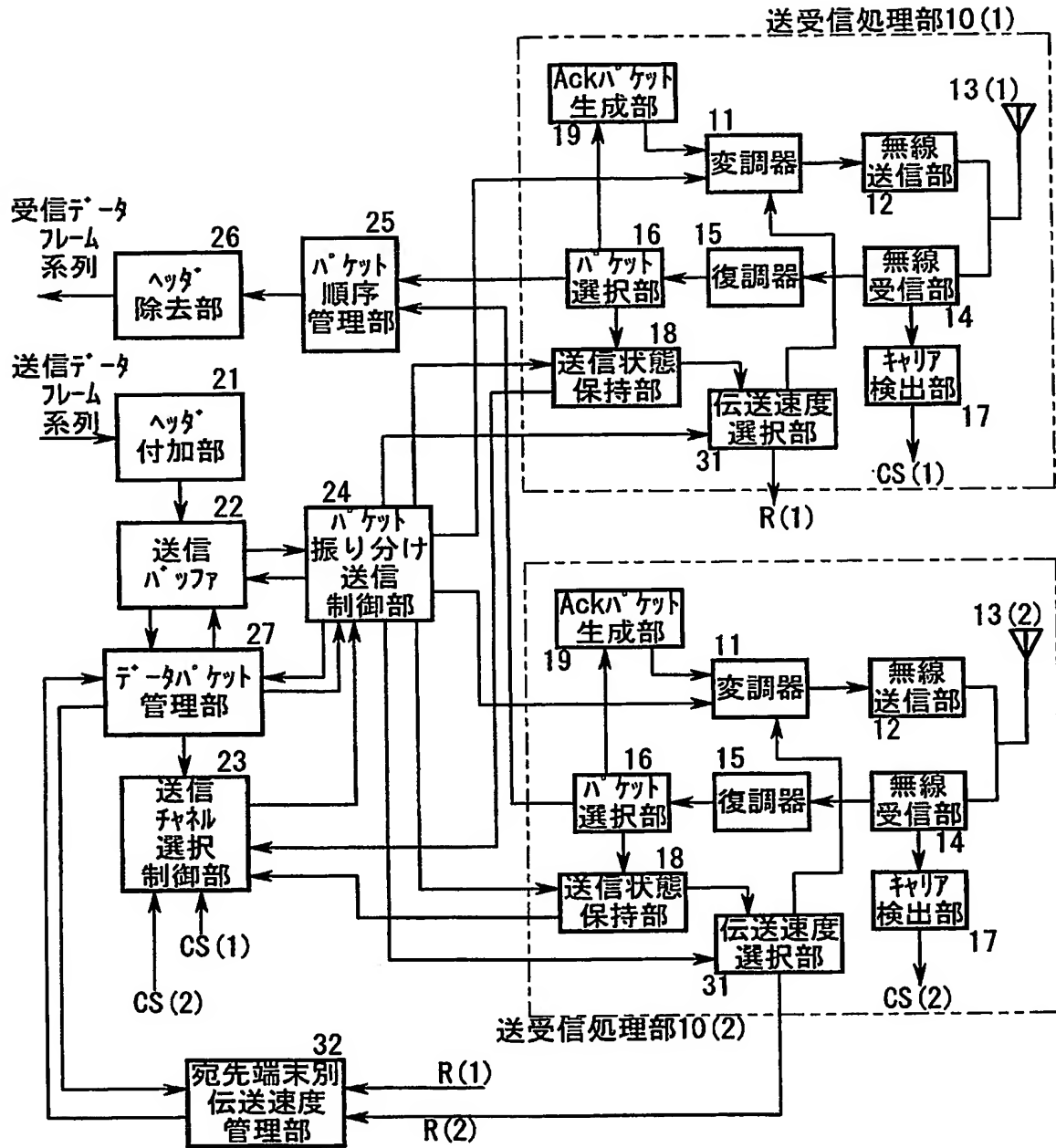
【図 4】

## 受信処理 (1-2)



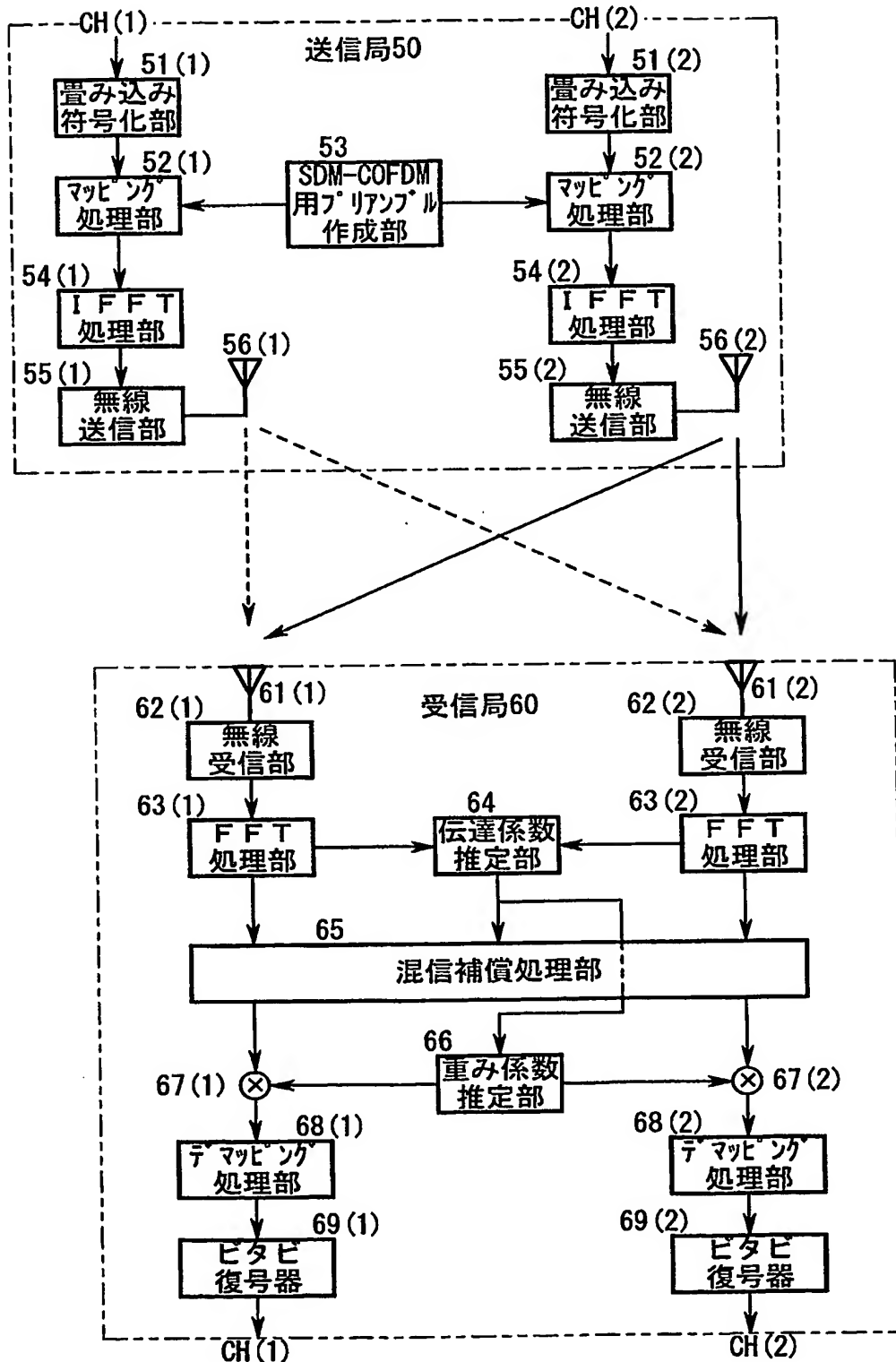
【図 5】

## 実施の形態の無線局の構成



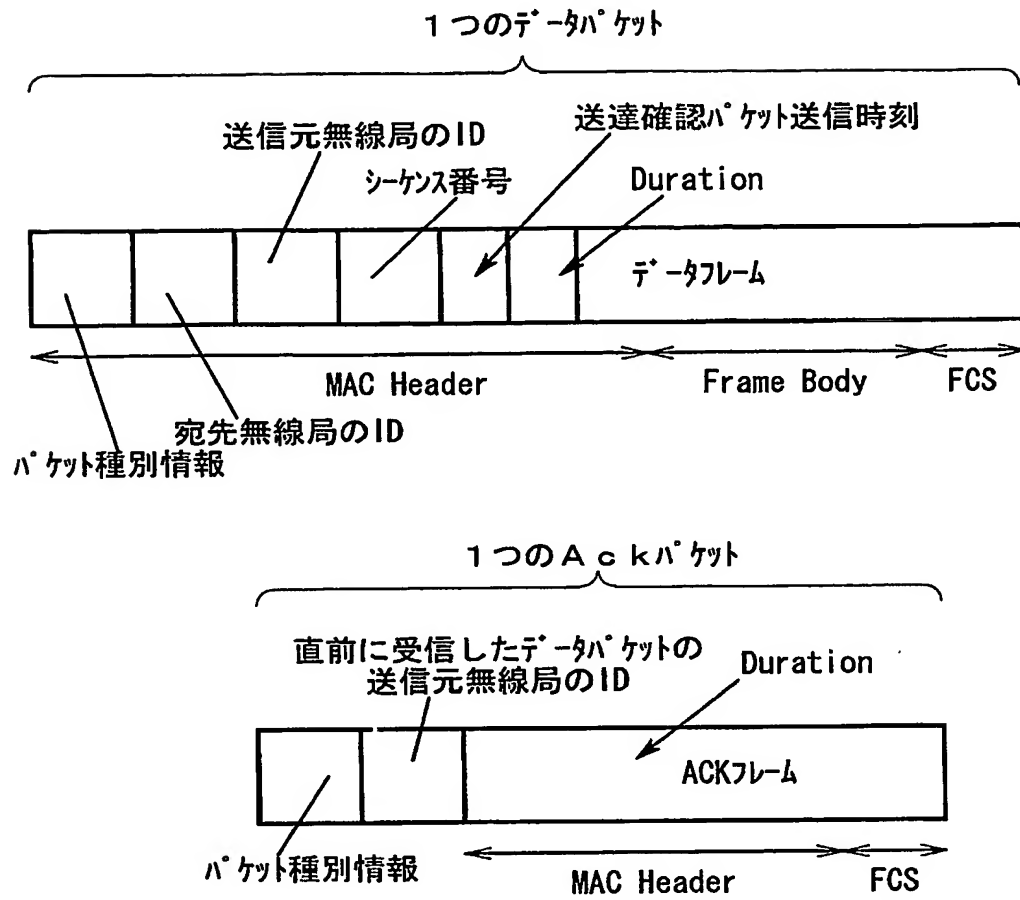
【図 6】

空間分割多重を行う通信装置の構成例



【図 7】

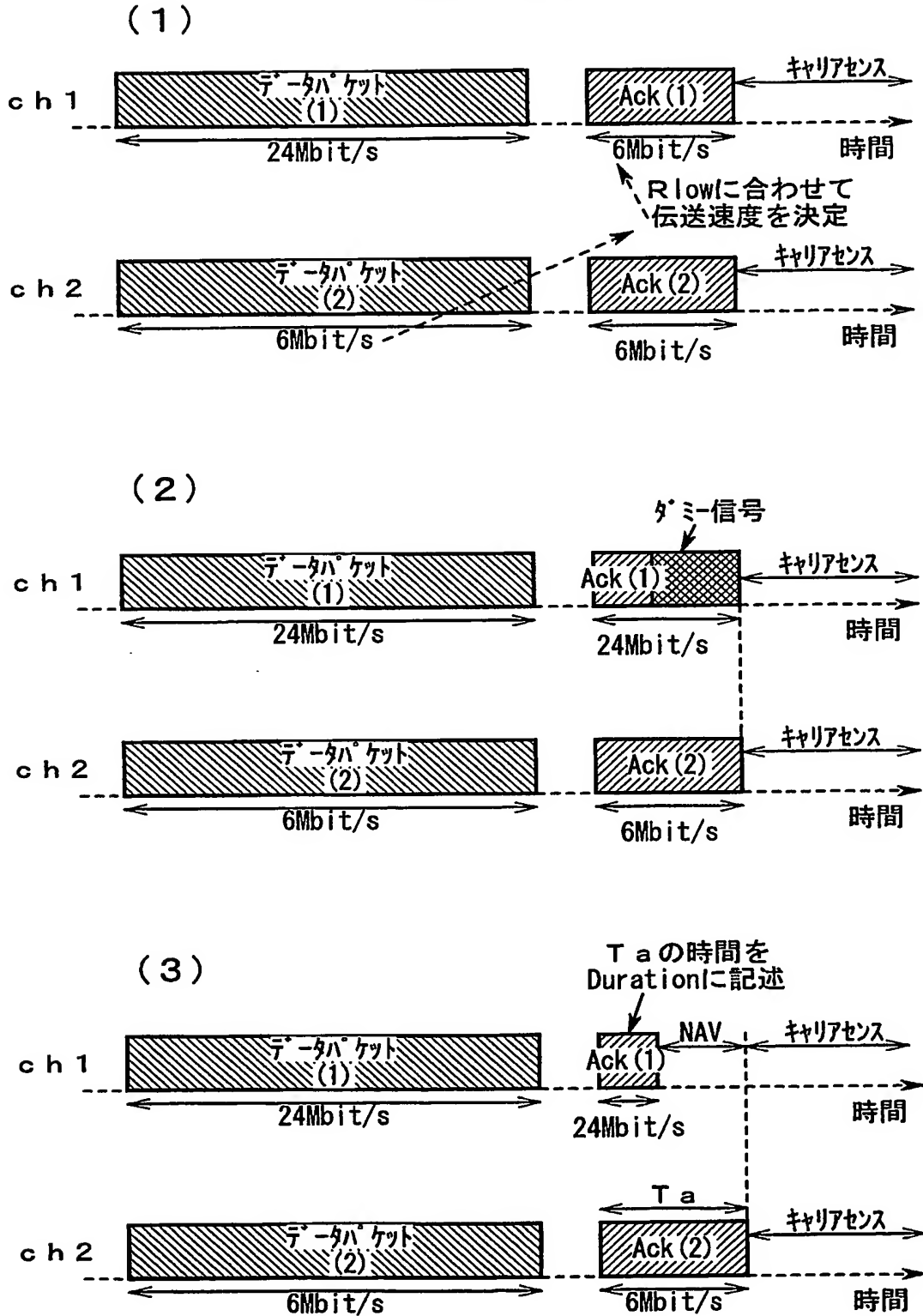
パケットの構成



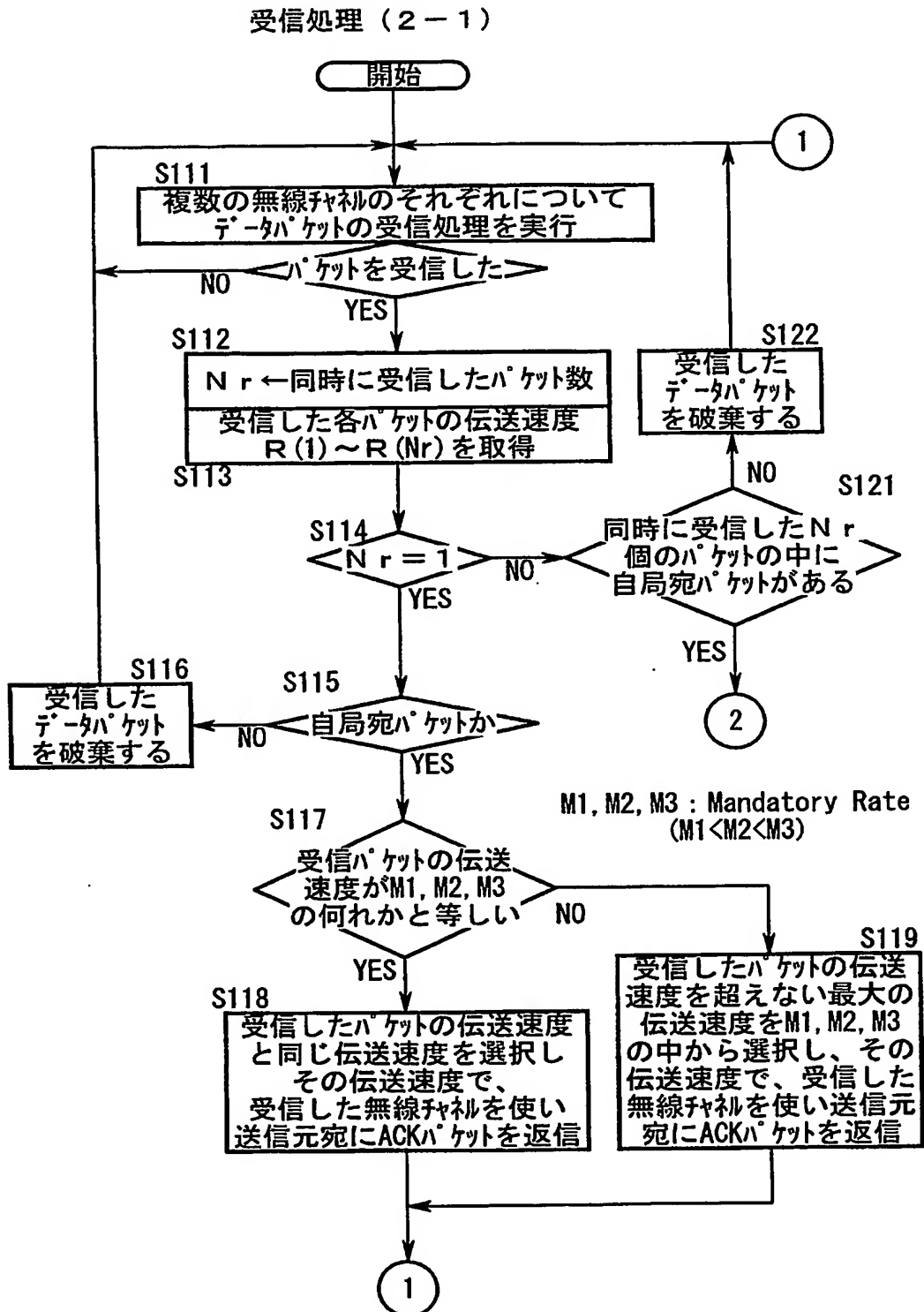


【図 8】

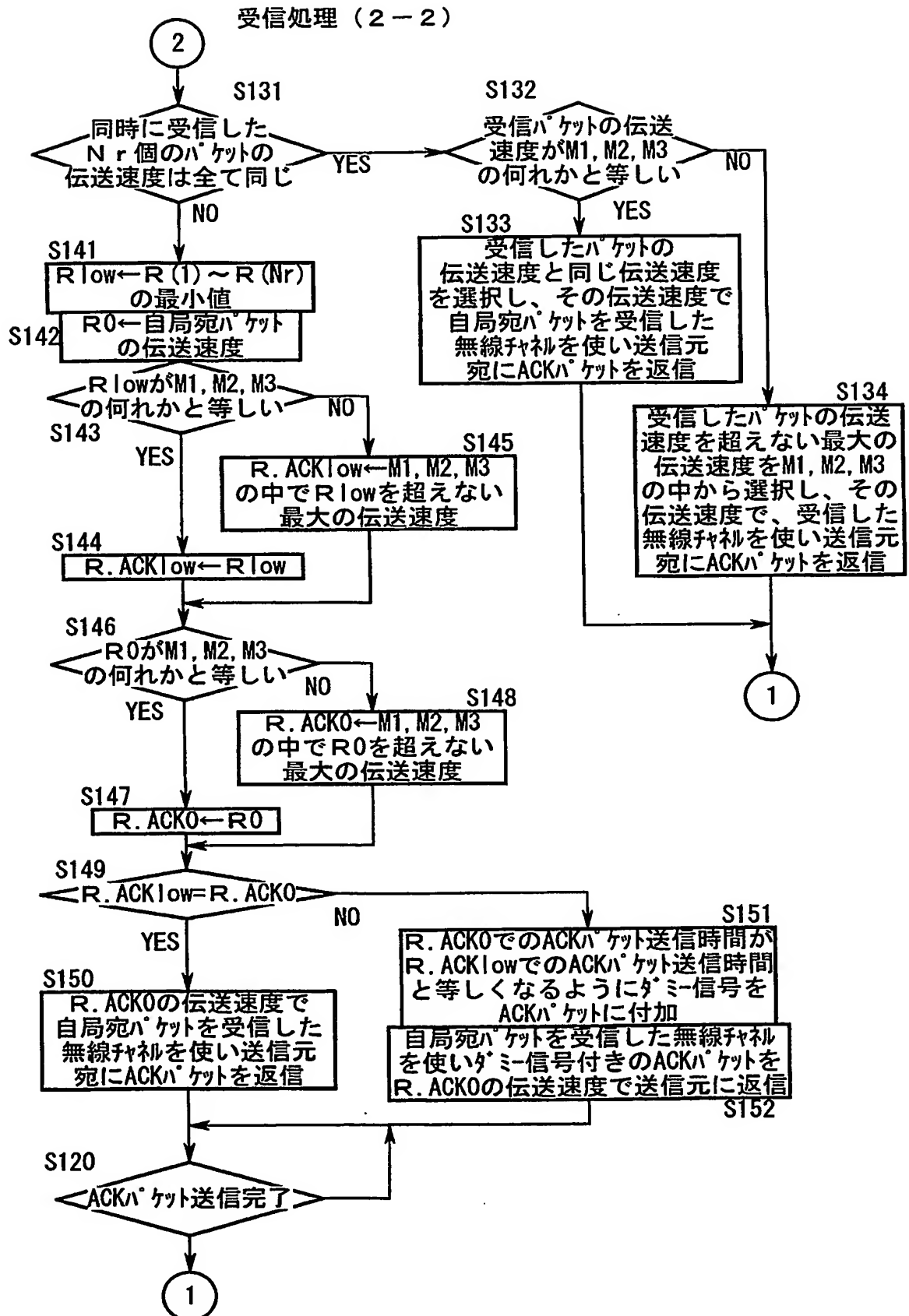
各無線局の動作例



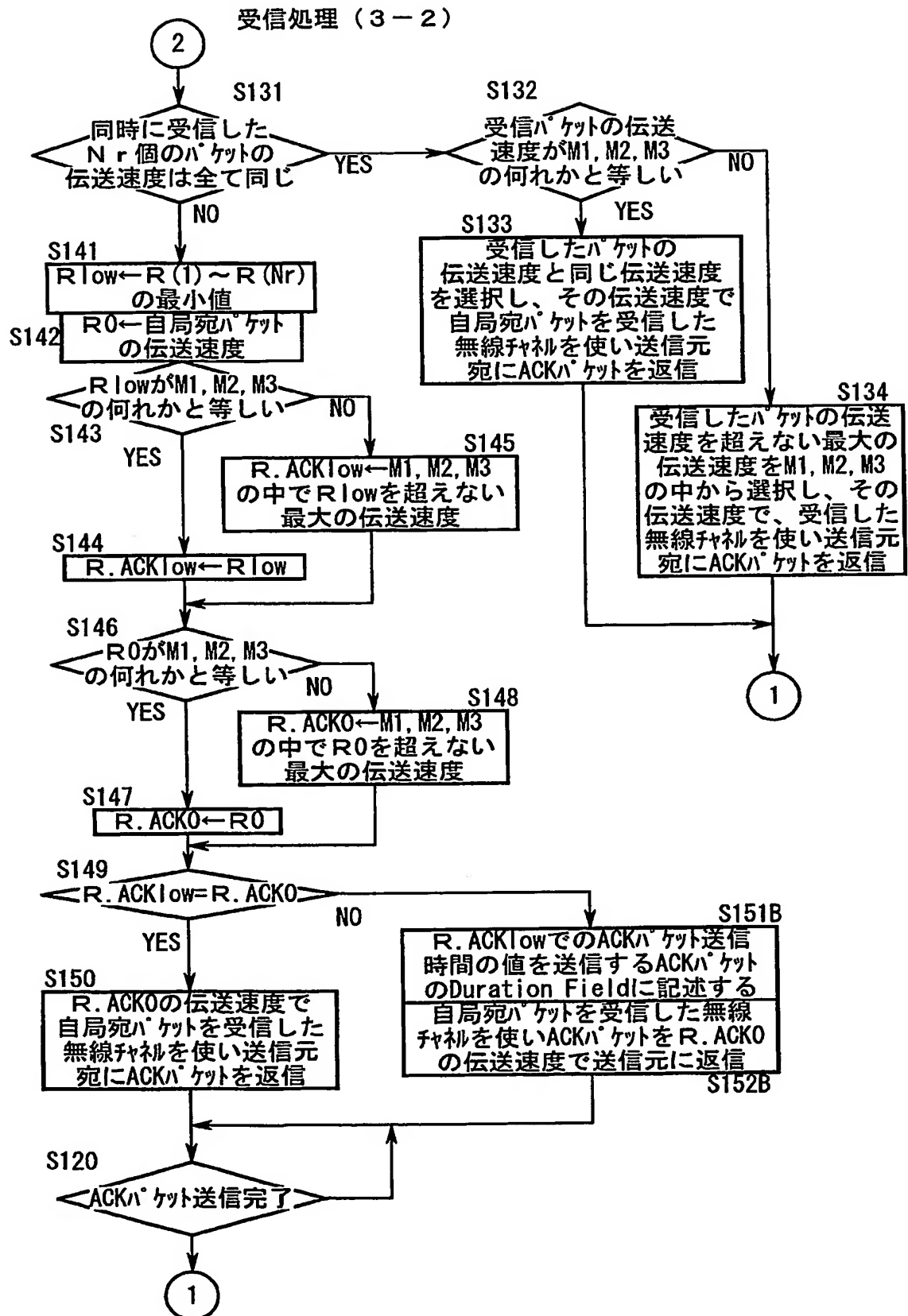
【図 9】



【図 10】

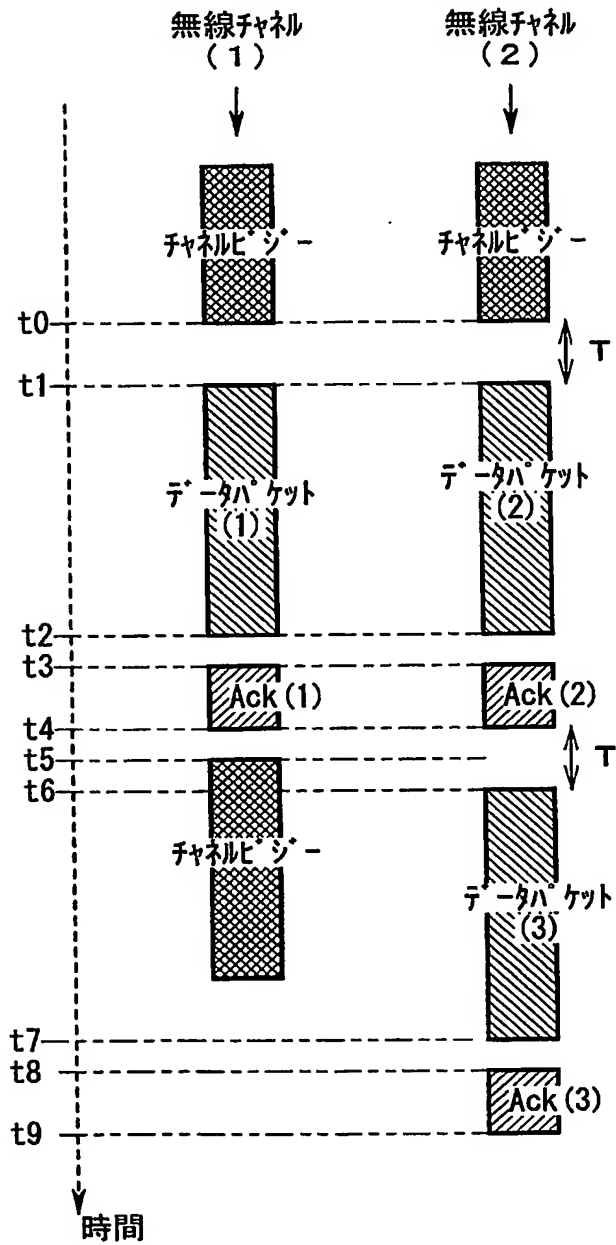


【図 11】



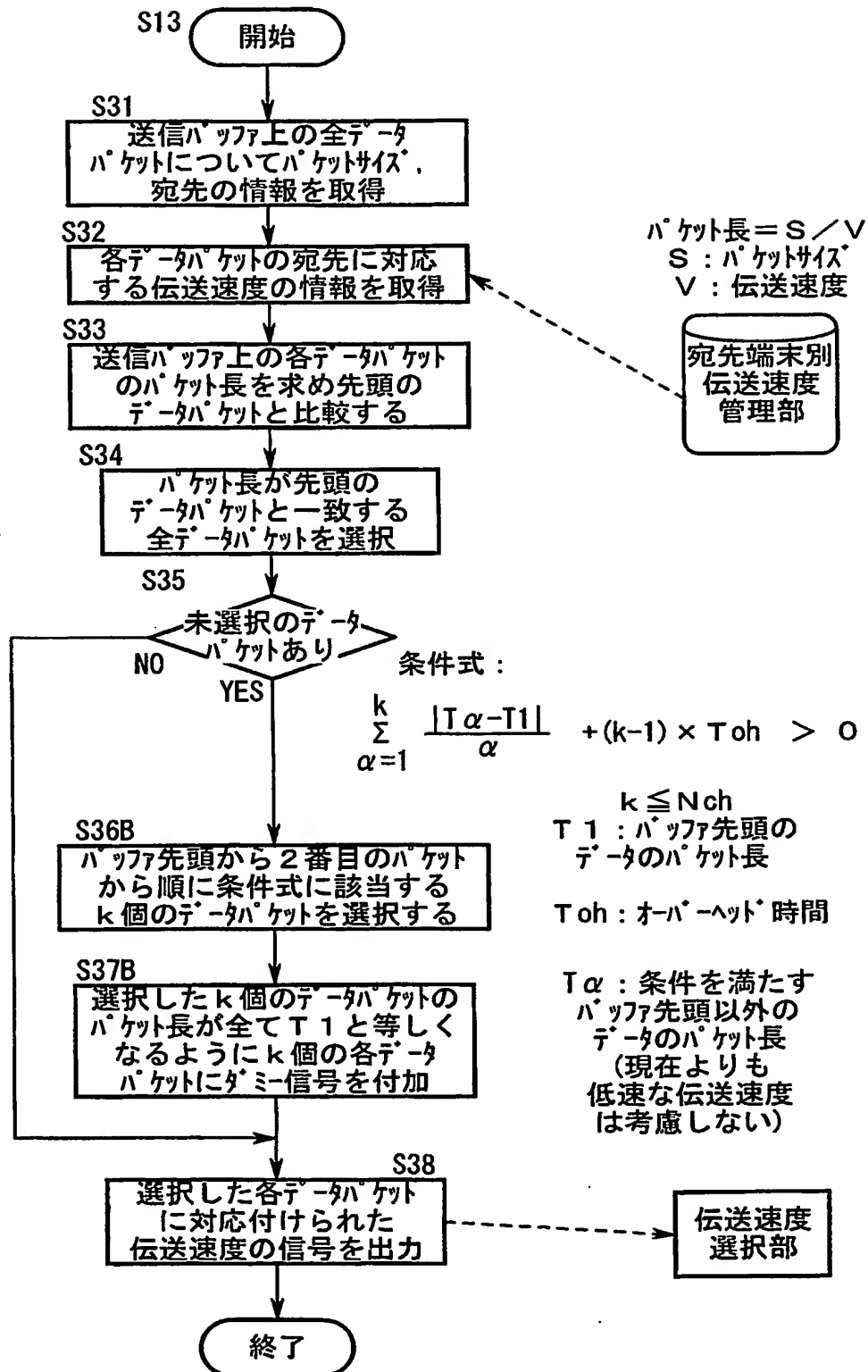
【図 12】

各無線チャネルの利用例



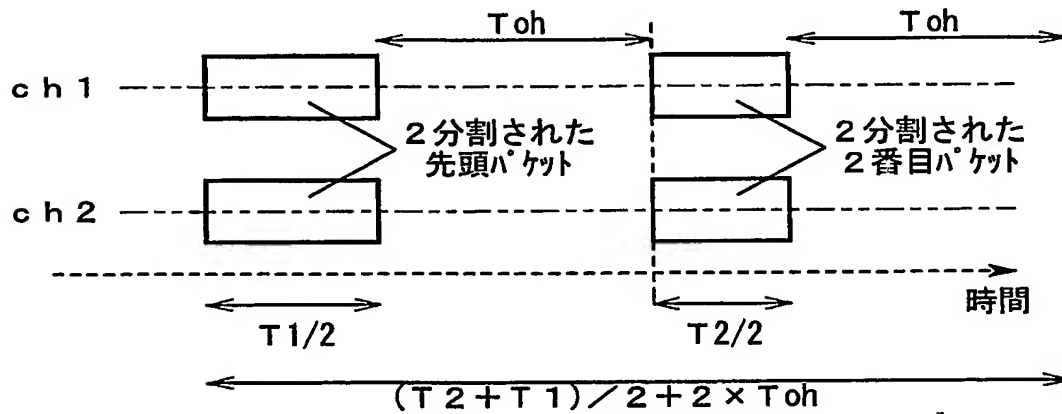
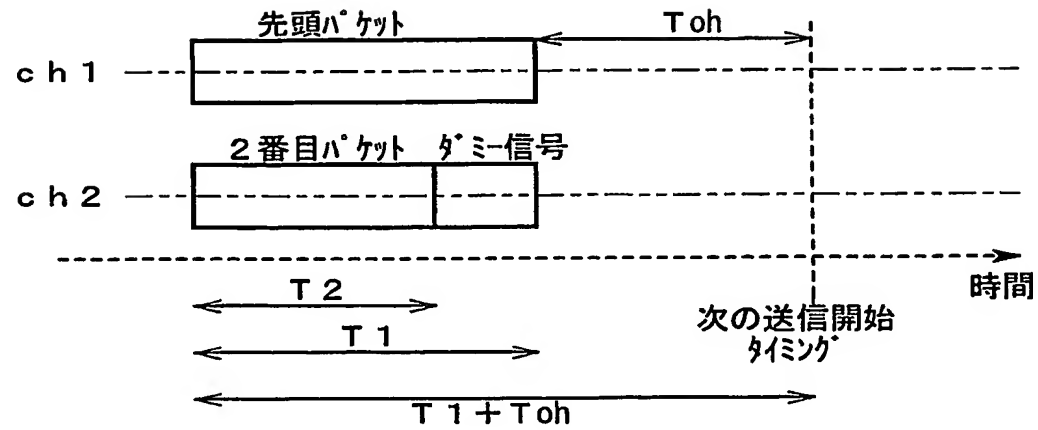
【図 13】

## 送信パケット選択処理 (2) の内容



【図 14】

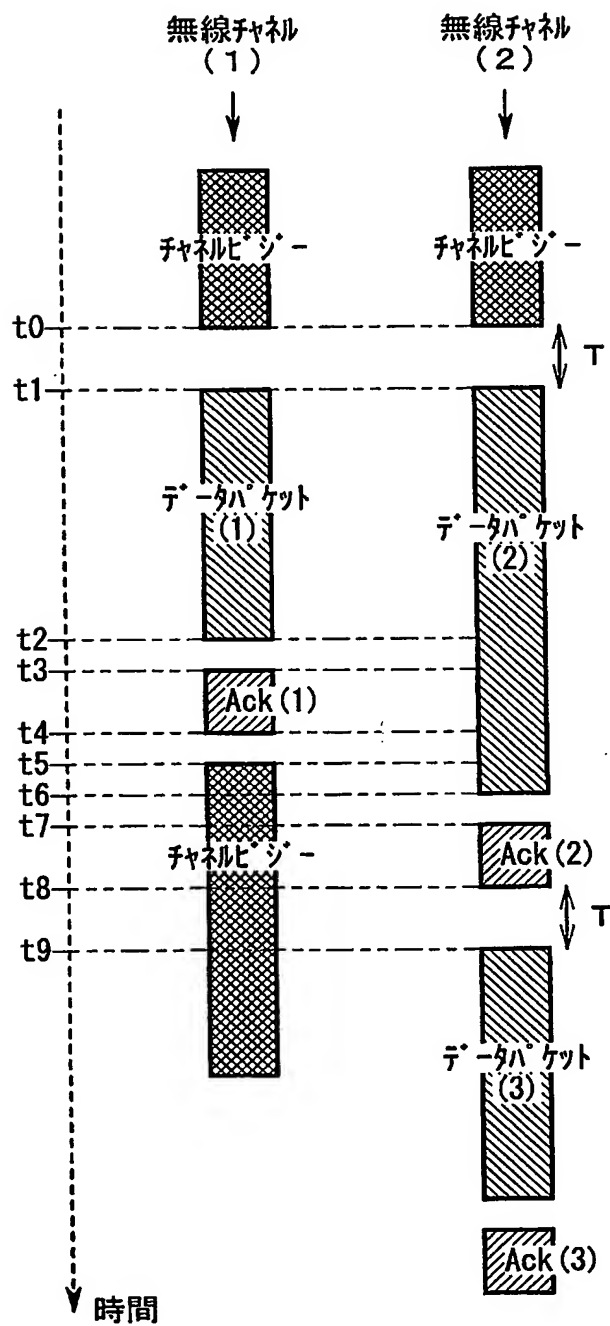
各モードの動作例





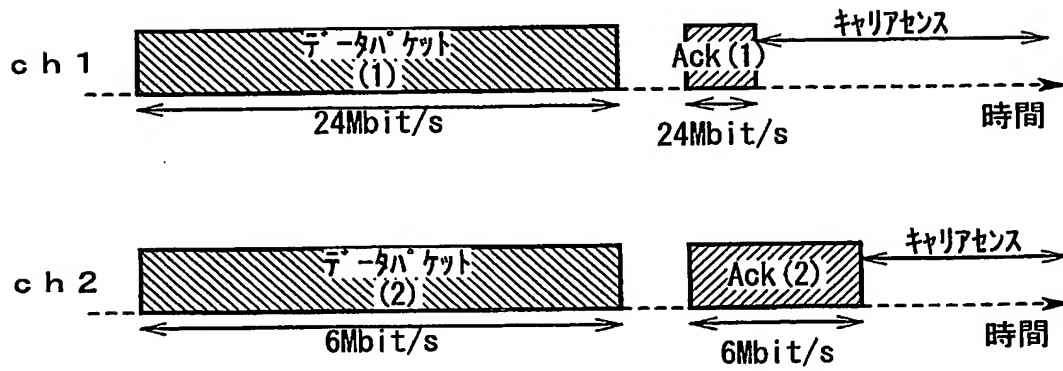
【図 15】

各無線チャネルの利用例



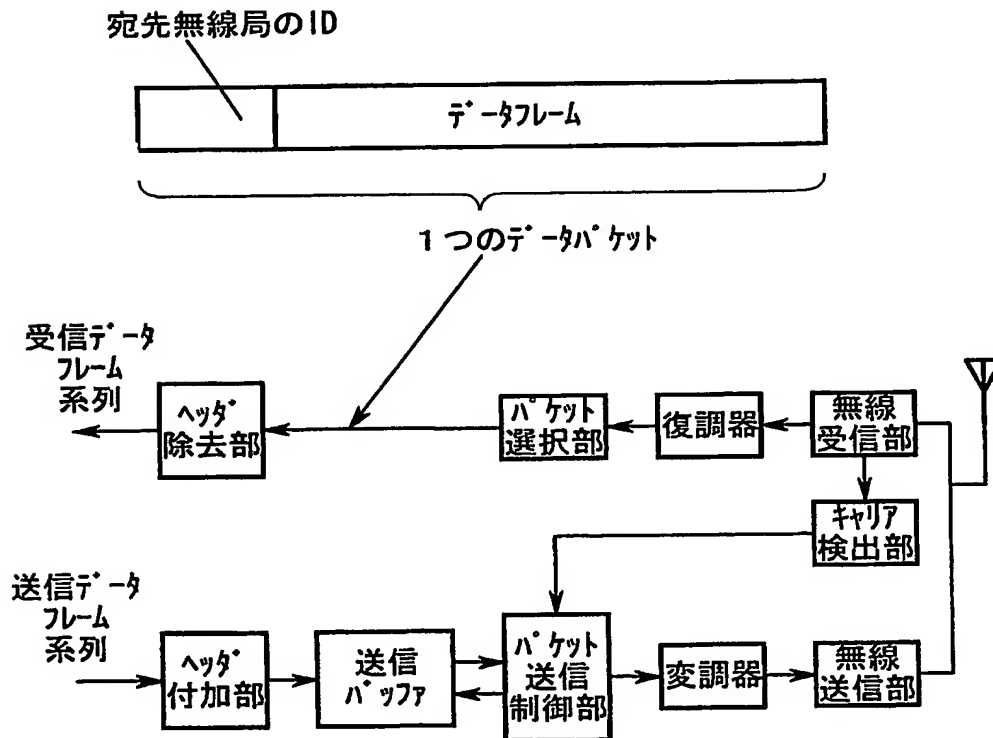
【図 16】

各無線チャネルの利用例

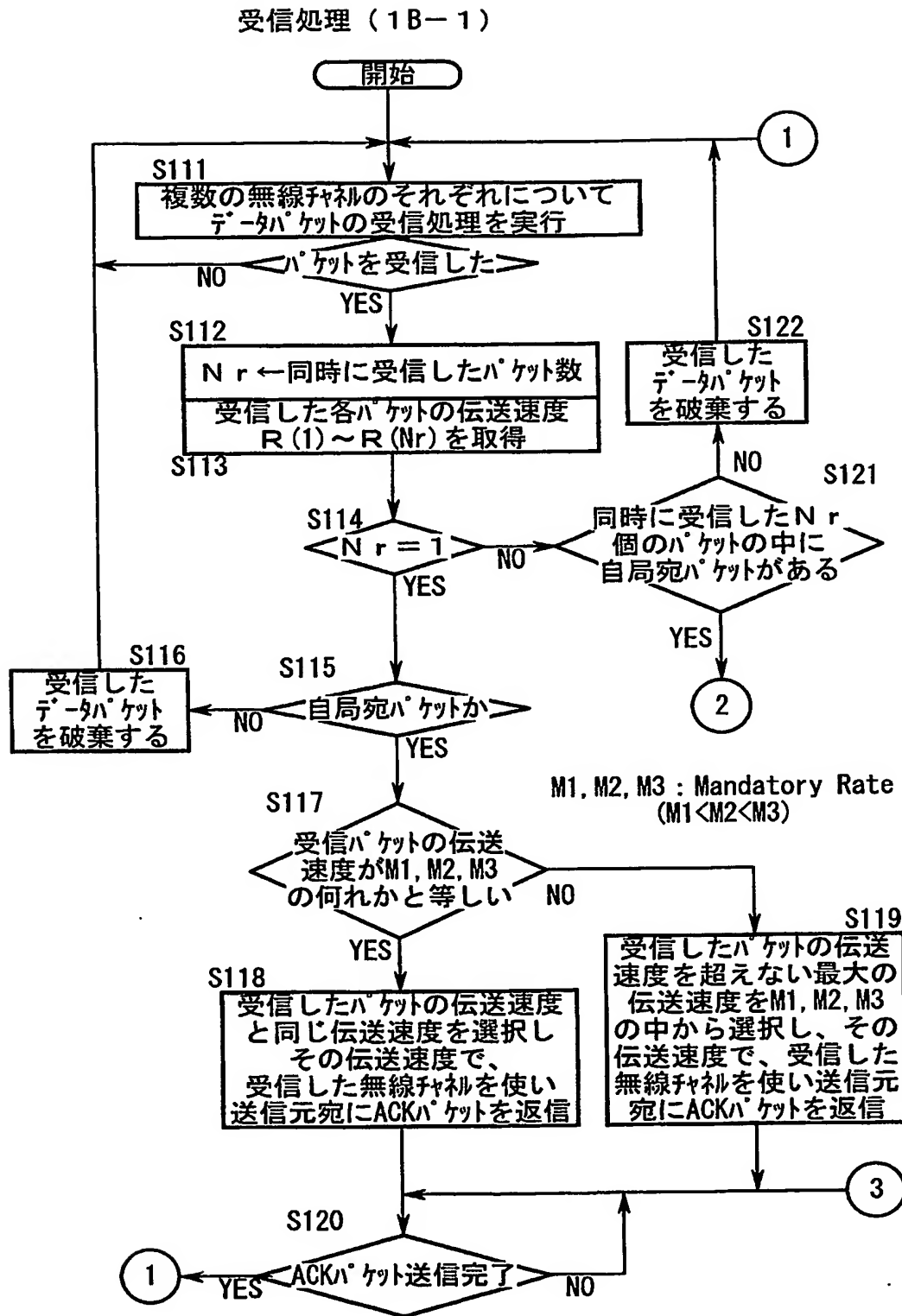


【図 17】

従来例の無線局の構成

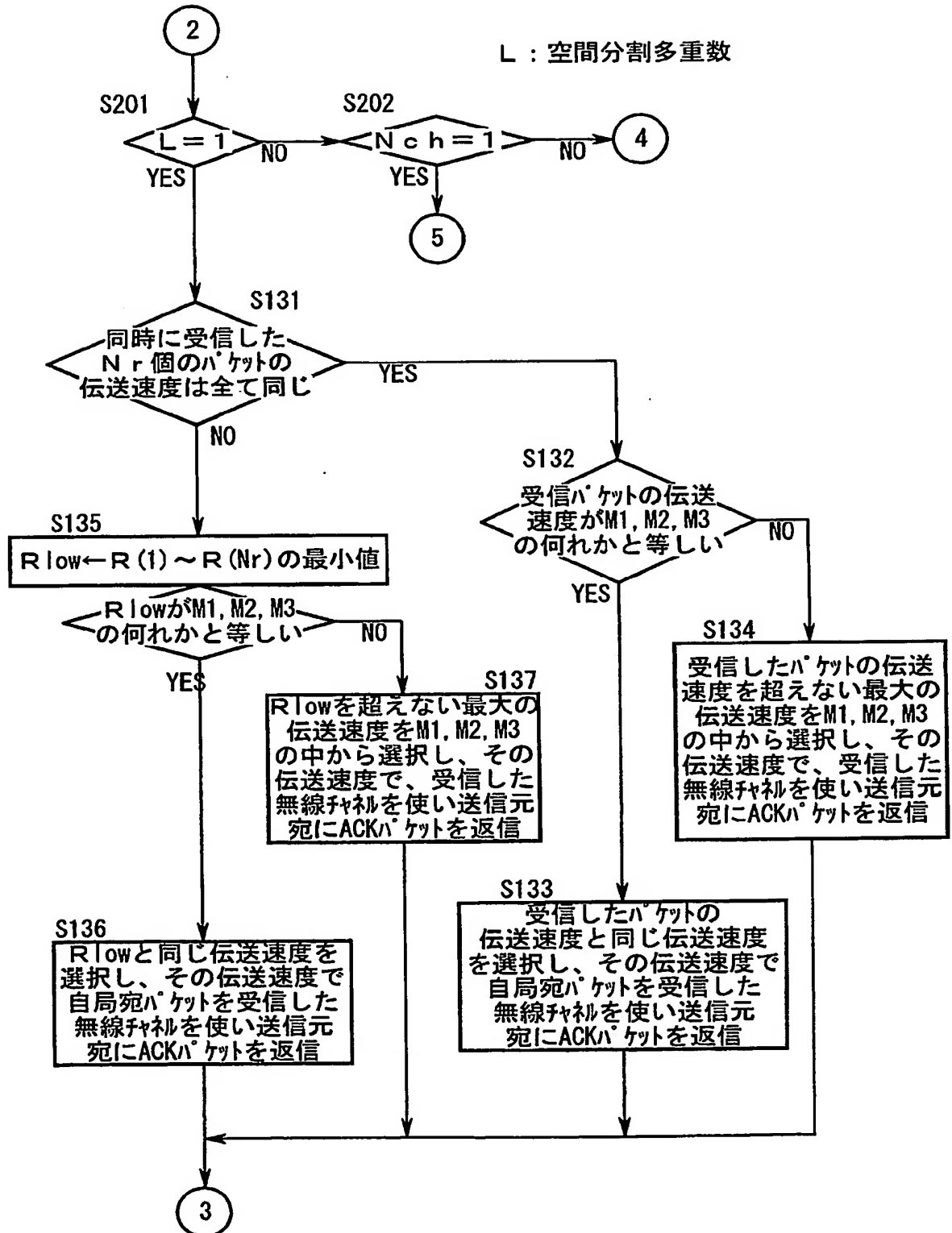


【図 18】



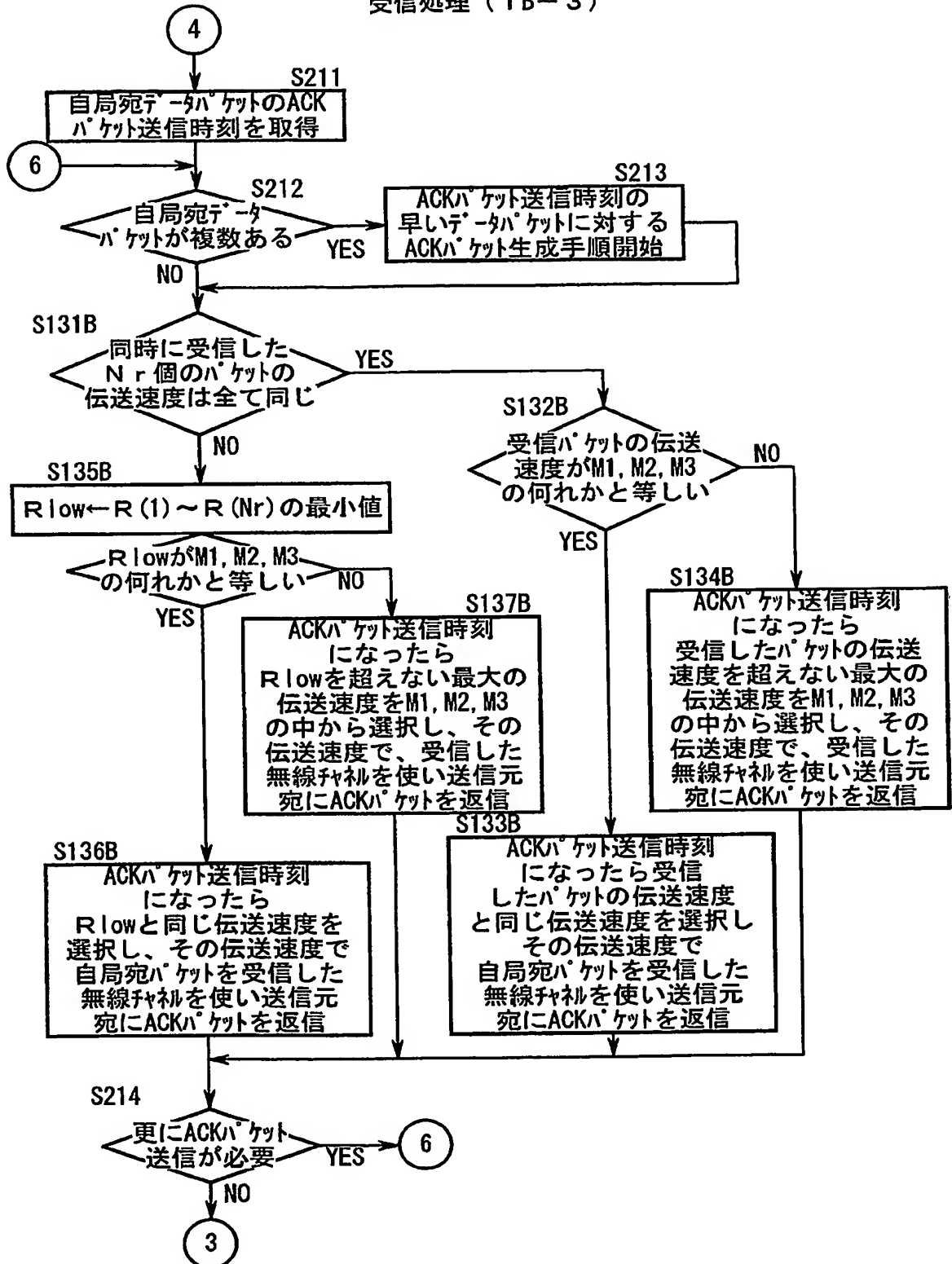
【図 19】

## 受信処理 (1B-2)

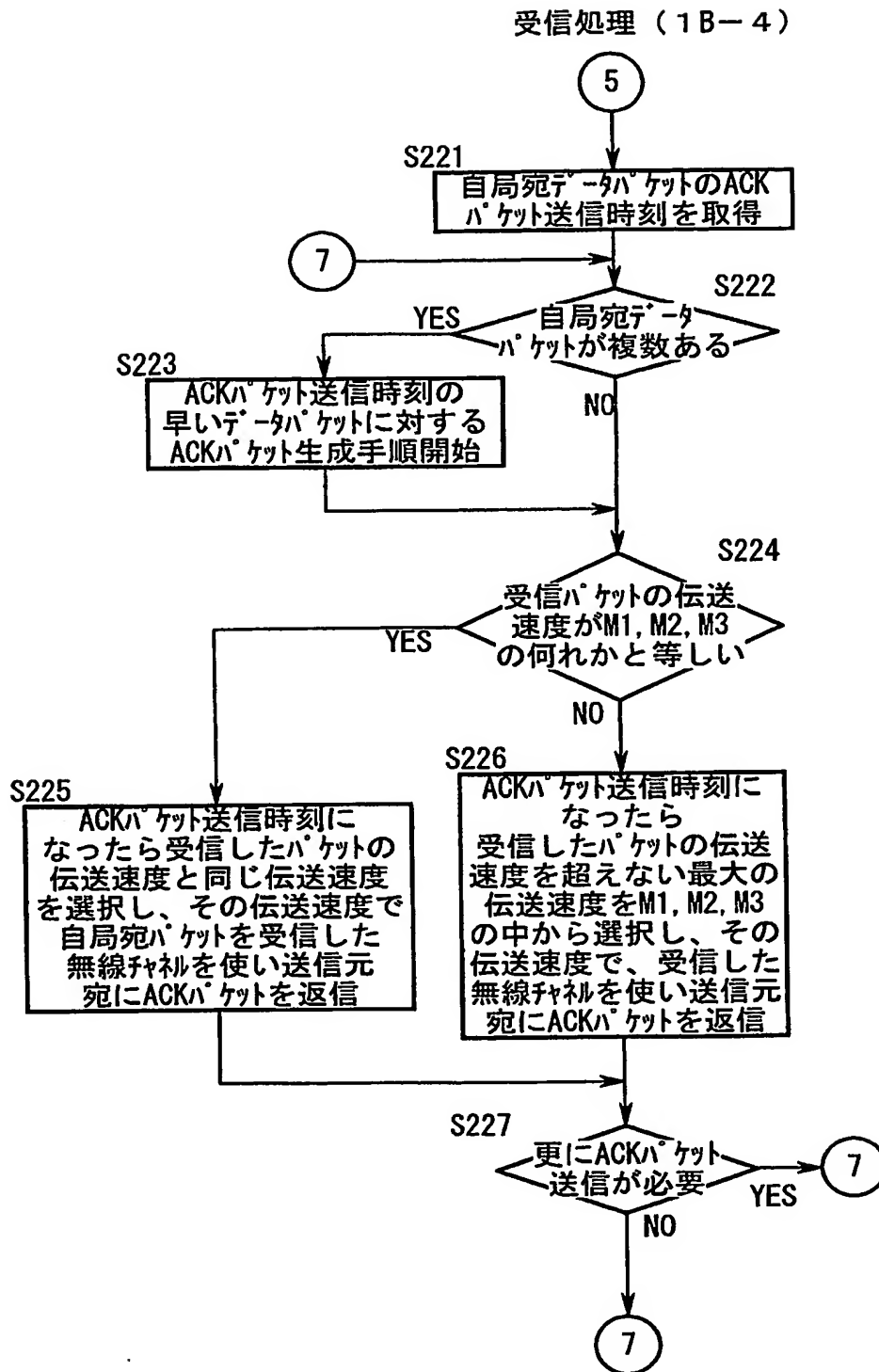


【図 20】

## 受信処理 (1B-3)

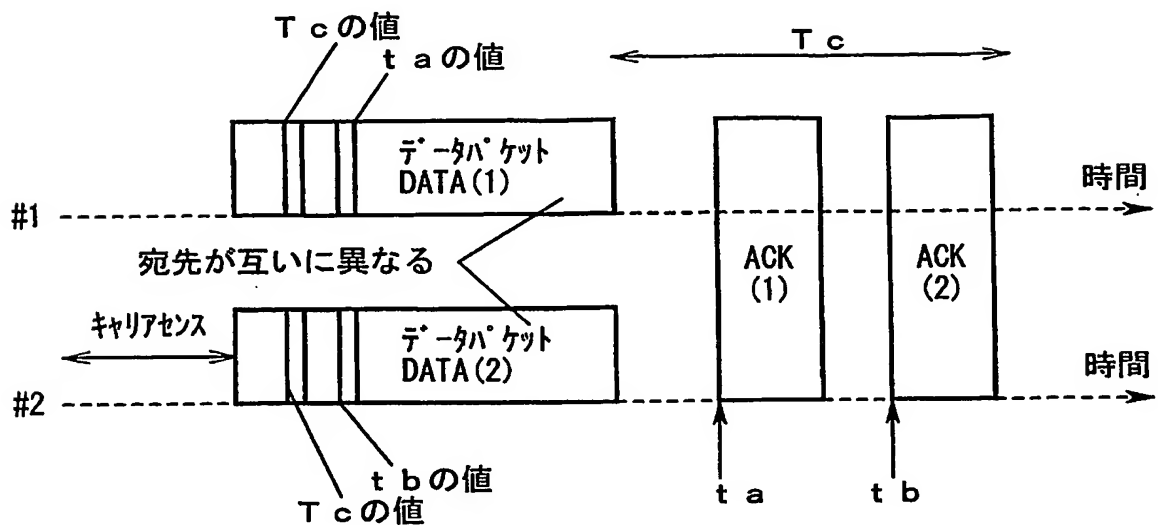


【図 21】



【図 22】

## 空間分割多重を適用した送信動作の例 (1)



#1, #2: 空間分割多重で同じチャネルに重畳される各信号

$t_a$ : DATA(1)に対するACKパケットを送信開始する時刻

$t_b$ : DATA(2)に対するACKパケットを送信開始する時刻

$T_c$ : データパケットの宛先無線局(ACKパケット送信局)  
以外を送信禁止にする期間

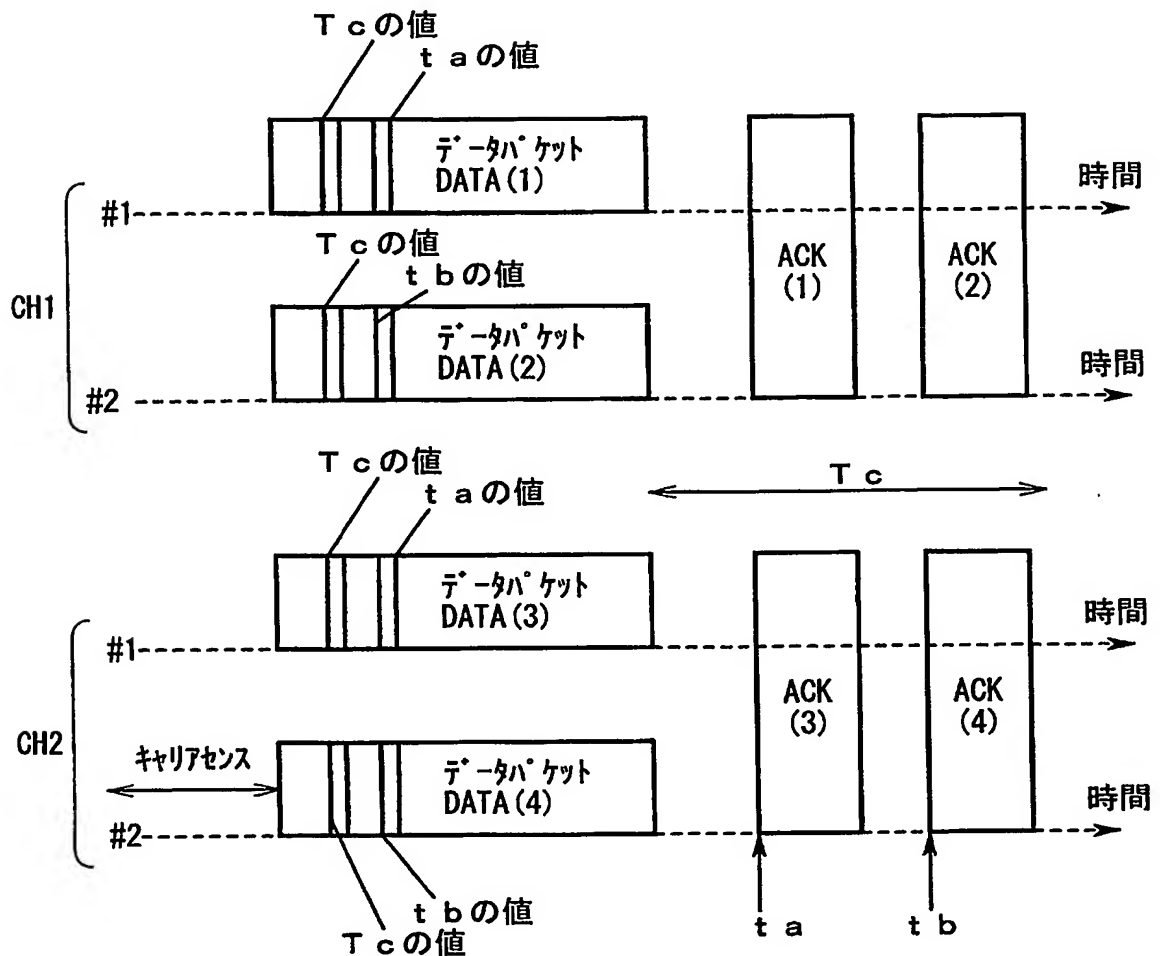
\*: ACKパケットは空間分割多重を適用せずに送信

\*: 同時送信しないのでACKパケットのパケット長  
を合わせる必要はない



【図 23】

空間分割多重を適用した送信動作の例 (2)



#1, #2: 空間分割多重で同じチャネルに重畳される各信号

$t_a$ : DATA(1, 3)に対するACKパケットを送信開始する時刻

$t_b$ : DATA(2, 4)に対するACKパケットを送信開始する時刻

$T_c$ : データパケットの宛先無線局 (ACKパケット送信局)  
以外を送信禁止にする期間

\*: 複数の無線チャネルで同時送信するためACK  
パケットのパケット長を合わせる

DATA(1)~DATA(4)は宛先が互いに異なる

CH1, CH2: 互いに異なる無線チャネル

**【書類名】 要約書****【要約】**

**【課題】** 本発明は、複数のデータパケットを並列送信可能な場合に無線チャネル間に漏洩電力の影響が現れる場合であっても A c k の受信に失敗する確率を減らししかも実効スループットを改善することが可能な無線パケット通信方法を提供することを目的とする。

**【解決手段】** 送信側無線局は伝送速度を相手無線局毎に管理して伝送所要時間が等しい複数のデータパケットを宛先端末に関係なく選択して並列送信し、受信側の無線局は同時に受信した複数のデータパケットに対して送信する A c k のパケット長の違いによる影響をなくすために、データパケットの最低受信レートに合わせて A c k を送信するか、ダミー信号を付加してパケット長を合わせるか、パケット長が最大の A c k の長さに合わせた送信禁止期間の値を A c k に含めて送信する。

**【選択図】** 図 1

特願 2 0 0 3 - 3 5 1 1 6 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 4 2 2 6 ]

1. 変更年月日

1 9 9 9 年 7 月 1 5 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号

氏 名

日本電信電話株式会社